OSSERVAZIONI ED ESPERIMENTI

SULLA

VISTA E SUL GUSTO

DI

ANGELO VITTADINI

DOTTORE IN MEDICINA E CHIRURGIA, MAESTRO D'OCULISTICA ED OSTETRICIA, PROFESSORE D'ANATOMIA SUBLIME E FISIOLOGIA NELL'I. R. UNIVERSITA' DI PAVIA, ECC.

MILANO

COI TIPI DEL DOTTOR FRANCESCO VALLARDI

Contr. dell'Olmetto a S. Alessandro, N. 3930 B.

1853.

AGLI

IMPARZIALI

CHE NELLE SCIENTIFICHE RICERCHE

HANNO PER UNICA GUIDA

L'AMOR DEL VERO.

PROSPETTO DELL'OPERA

Chi ha l'incarico d'insegnare Fisiologia, e che pure non voglia limitarsi alla parte di semplice compilatore, trovasi ad ogni piè sospinto in difficili strette. La molteplicità delle opinioni, deduzioni dai fatti diametralmente opposte, giudizii disparati, inconciliabili, aumentano le già grandi difficoltà dello studio della vita. Il prendere ad esame le singole credenze degli autori, l'analizzarne il valore, ed il scegliere quella che meno si scosta dal verosimile, è lavoro difficile e scabroso. Ma riesce una simile fatica di avvantaggio alla Gioventù studiosa che si addestra a discutere argomenti scientifici colla freddezza ed imparzialità che distinguono il vero medico. Come dalla diligente analisi dei pensieri altrui, il professore e gli stessi studiosi, derivano talora delle riflessioni che non tornano del tutto inutili alla scienza. Questo modo di meditare sulle questioni risguardanti la visione e l'ufficio dei nervi del gusto

mi suggerì le osservazioni e gli esperimenti, che, se io non m'inganno, meritano qualche attenzione da parte dei dotti.

La natura di questo scritto esige numerose citazioni d'opere di uomini dotti dei tempi passati, e di molti viventi; gli uni e gli altri illustri per ingegno, per dottrina e per servigii che resero alle scienze. Dovrei pertanto nelle relative citazioni aggiungere parole di lode a ciascuno corrispondenti alla ben meritata stima; ma non volendo sembrare lodatore troppo facile di chi fu, o troppo lusinghiero ai viventi, mi limiterò a citarne semplicemente il nome; e tanto più volentieri userò questa parsimonia, essendo io convinto, che l'omaggio più caro che rendere si possa agli autori, si è il leggerne e meditarne i pensieri.

La vista ed il gusto sono oggetti di studio a rami diversi di scienza. L'anatomico si occupa nel determinarne la tessitura. Il fisico applica le leggi dell'ottica, e crea una spiegazione della vista all'appoggio di quelle. Il fisiologo considera quei sensi in azione, e tenta spiegarne le vitali proprietà. Gli anatomici furono diligenti ed esattissimi nei loro lavori, e l'analisi minutissima che ne fecero delle singole parti, lascia forse più nulla da aggiungere alle generazioni future. I fisici ebbero a percorrere un campo assai più difficile, ma riescirono a meraviglia. Stabilirono l'ottica, ed anche in questa parte hanno diritto di essere superbi, perchè anche coll'ottica eressero un monumento al genio umano. I fisiologi si appoggiarono agli studii di quelli e di questi, e s'innalzarono così fino all'ultima linea che separa la materia, ed i suoi atti, dalle azioni della vita. Tentarono coi maggiori sforzi possibili di rimovere quel velo, con cui la natura nasconde i portenti di una sfera più elevata, ma quasi sempre fallirono nel desiderato fine. Se però meno fortunati furono i risultamenti degli studii e dei conti-

nui tentativi dei fisiologi, non sono per questo eglino meno lodevoli. La sublimità della vita ne fa le difese. Sarà sempre a gloria dell'uomo, che medita i palpiti delle sue fibre e gli atti del suo tutto, quel pochissimo che con tanti stenti e fatiche ha potuto rintracciare nel buio misterioso in cui giacciono sepolte le ragioni della vita e de' suoi grandi atti, produzione, moto e senso.

Nell'esposizione delle osservazioni e degli esperimenti seguii l'ordine segnato in questo prospetto.

Premetto, avanti tutto, un cenno storico degli scritti che in questo secolo furono pubblicati contro la visione degli oggetti, siccome effetto dell'azione di un' imagine pinta a rovescio sulla retina.

Dappoi, espongo le osservazioni anatomiche che possono contribuire alla spiegazione dell' atto fisiologico della vista, in un modo più semplice e facile.

Ma avanti di presentare una maniera diversa di teoria da quella che generalmente è abbracciata, fa mestieri di richiamar ad esame i principii e le prove teoretiche ed esperimentali, su cui essa è basata. Fedelmente esporrò tutto quanto le serve di sostegno. Ed accennando al tempo, e al modo con cui venne ad aver origine, incremento e splendore, mi traccerò la via da tenere nella confutazione di ogni fatto, che di mano in mano fu aggiunto a prova di quella teoria.

Le difficoltà che sorgono dalla predetta teoria, movono contro essa dei dubbi. A questi devesi dar luogo avanti di porsi alla di lei confutazione; perchè, se avvenisse che la confutazione non fosse soddisfacente, si conoscano almeno i dubbii pei quali si cerca emenda alla teoria, presentemente avuta in conto di verità, che più non ammetta discussione, e che pure non è ancora una verità assoluta.

Ad uno ad uno analizzerò gli esperimenti, ad uno ad uno aggiungerò la confutazione in via esperimentale.

Alla teoria apporrò ragioni, e mi servirò anche di calcoli fatti a di lei favore, e che portano all'invece la di lei condanna.

Dopo tutto ciò, venuto alla conclusione, mostrerò appianate tutte le difficoltà e tutti i dubbii che sono nella teoria della visione.

Le fisiologiche osservazioni poste in fine, hanno per oggetto la dimostrazione, che la vista non è che una maniera di tatto, a cui sono necessarie disparate funzioni, quali sono quelle della cornea, dell'umor acqueo, della coroide e sue dipendenze, della lente, dell'umor vitreo e della retina.

A schiarimento ed a comodo del Lettore, sono aggiunte qua e colà nel testo figure. Le sei figure anatomiche furono esattamente ricopiate dall'abile artista signor Ricardi di Milano da fresche preparazioni di occhi umani fatte da me all'uopo espressamente; parte delle altre sono mie figure ideali, e parte sono copie di quelle che trovansi nei libri di Fisica e di Fisiologia, che trattano della visione.

Per rapporto al secondo oggetto del presente lavoro, cioè al gusto, premetterò parimenti uno schizzo storico dei lavori sui nervi della lingua fatti in questo secolo, e passerò alla dimostrazione, che i nervi gustatorii sono il glosso-faringeo, ed il linguale del quinto all'appoggio di prove desunte

1.° Dall'anatomia;

2.° Dalle vivi-sezioni;

3.° Dagli esperimenti fisiologici fatti sulla lingua dell'uomo vivo e sano.

L'Autore.

PARTE PRIMA

OSSERVAZIONI ED ESPERIMENTI SULLA VISTA

CENNI STORICI DEI DUBBII MOSSI CONTRO L'ORDINARIA TEORIA DELLA VISIONE IN QUESTO SECOLO.

Il primo lavoro che, per quanto io sappia, fosse pubblicato in questo secolo contro l'ordinaria teoria della visione, è quello di Mühlibach (1).

In questo scritto Mühlibach cerca confutare teoreticamente la spiegazione adottata dai fisici e dai fisiologi dell' atto visivo; ed è così persuaso l'Autore di essere vittorioso nell'aringo, che trovò di porre quale epigrafe nel frontispizio della sua Memoria:

Inculpabis adhuc nunc lumina sensus inique?
Haud sistunt oculi visa inversa tui?

Gli argomenti addotti da lui contro gli ottici ed i fisiologi sono desunti:

1.° Dalla impossibilità di spiegare la retta visione degli oggetti quando siino dipinti capovolti nell'occhio.

2.° Dalla semplicità che presenta la natura ovunque, ed in tutti gli altri sensi.

(1) Inquisitio optico-physiologica de visus sensu, in qua visorum imaginem obiectorum, perceptioni situ haud inverso, uti hucusque docuerunt. representari, plane evincitur. Vindobonæ in bibliopolio Camesiano, 1816.

3.° Dichiara contraria ad ogni esperienza genuina l'insegnamento dell' imagine degli oggetti dipinta capovolta nell' occhio (1).

4.° Trova argomento nei fenomeni dei cannocchiali e dei telescopii, che offrono imagini o rette o capovolte, e che dimostrano l'insufficienza della dottrina dell'inversione dell'imagine nell'occhio.

5.° Ricava argomento di confutazione dalle stesse ragioni che adducono gli avversarii in appoggio della loro teoria, principalmente della camera oscura e dell'imagine capovolta dietro l'occhio di bue, cui siansi posteriormente levate le parti opache (2).

(1) Mühlibach opera citata.

Pag. 41. Doctrina, qua imago obiectorum in oculos cadentium inverti contenditur est contra omnem experientiam genuinam.

Pag. 43. Experientia, cujus sub tutelam optici, atque physiologi, qui cæce priorum in verba jurarunt, confugiunt, majorem haud meretur fidem, ac illa, qua homo, in vicinitate montium altissimorum, præceptorumque, constitutus, effectus resonantis echo, sensu acustico percipiens, phœnomeni causam, in ipsis harcem reflectentium intestinis, sitam esse debere contendere vellet. Utraque falsissimis acquiescit fundamentis, utraque genuina non est, cum supponat, mediorum sensationem producentium decussationem, vel reflexionem, antequam sensuum organa afficiunt. Quam primum ergo aliquis sano gaudens visionis sensu, inversas tibi præsentari imagines obiectorum visorum, abunde demonstraverit; assensio tunc opticorum et physiologorum doctrinæ vix amplius denegari poterit; namque hoc in casu, et quilibet propria de veritate experientia hujus asserti erit convinctus. Hoc interim donec fiet, concessum erit; doctrinam eorum supra hanc rem falsam, atque fictitiam declarare, etc.

(2) Pag. 57. Generaliter hic idem fit, quod in tubo astronomico fieri dictum est; unico hoc discrimine, quod ibi radiorum refractio, hic vero eorum reflexio, spectatori non veram, sed fictitiam omnino præ oculis ponat, rei obiectæ imaginem. Stante autem hypothesi superius adducta; quod si scilicet planum in camera obscura, radios reflectens, tecnica cujusdam hominis esset retina; certissime hic, deceptrix quod alterum delectat, non perciperet simulacrum, neque rectum, neque inversum; sed ejusdem attentio alterum sequeretur radiorum crus; illud nempe quod linea recta ab obiecto extra cameram obscuram posito, ad planum usque procedit; ad fontem usque extra tabernaculum picturæ delusoriæ. Ex quibus non difficile colligere licet; qua analogia utantur illi, qui ab inversione imaginis in camera obscura, ad inversionem illius in oculo concludi posse existimant. Alterum phœnomenon, quod adhuc ad rei suæ fundamentum firmius struendum passim adducunt; est imago obiecti v. g. candelæ accensæ, a natura inversa, quæ oculi bovini debite præparati, actione, conspiciendam se se offert. Oculum bovinum ad retinæ

6.° L'ultimo argomento è per Mühlibach quello derivante dalla facile spiegazione di tutti gli atti della visione ritenendola retta.

Nega egli, che pingasi nell'occhio e sulla retina imagine; e da questo principio deriva la sua teoria sulla visione.

Non ostante il fuoco, con cui l'autore cercava abbattere la teoria comune degli ottici e dei fisiologi della visione prodotta da una imagine capovolta, rimasero freddi ed immobili nella loro credenza, e gli uni e gli altri, e nei libri, come nelle scuole, si continuò nella primitiva spiegazione senza che venisse fatto pur cenno dei dubbii e dei ragionamenti di Mühlibach.

Nel 1855 il sig. professore Giovanni Polli pubblicò negli Annali Universali di Medicina (1) una nuova Scrittura su questo argomento col titolo: *Osservazioni intorno al fenomeno della vista diritta degli oggetti capovolti sulla retina.* Osserva egli che gli esperimenti fatti a prova della teoria generalmente ammessa, non hanno altro valore, che di dimostrare la forza rifrangente degli umori dell'occhio. Annuncia un esperimento che è esatto, cioè: « Pongasi un cartone, avente un piccolo pertugio nel mezzo, tra la fiamma di una candela e l'occhio dell'osservatore, lasciando da ambe i lati qualche palmo di distanza. La fiamma appare bensì rovesciata sul volto, o sul-

usque membranam, æque ac humanum, lentis instar convexæ, relate ad effectum in lucem edendum, considerare posse nullus certe negabit. Stante autem hoc, non admodum explicatu erit difficile, quomodo observatori, proprio et bovino oculo qua lentibus convexis utenti, inverso occurrant, objectorum imagines situ. Dummodo bovinum ad humanum ita admoveat oculum, ut radii vi prioris, peracta decussatione, divergere incipientes, ab ultimo colligantur, ad parallelismum et tandem ad ipsam determinentur convergentiam. Oriuntur namque inter duos oculos refractionum anguli, in quorum verticibus simulacrum, rei visæ sistitur inversum. Hoc itaque alterum argumentum majoris non est momenti ac primum.

(1) Vol. 66. pag. 371

l'occhio dell'osservatore, ma egli la vede diritta. Qui la fiamma è capovolta prima di attraversare gli umori dell'occhio, dovrebbero quindi i suoi raggi rifrangersi, rovesciarsi di nuovo e dipingere sulla retina l'imagine diritta, a cui dovrebbe corrispondere la percezione di una fiamma rovesciata (per la stessa ragione, che quando vi si dipinge capovolta la si vede diritta), eppure l'osservatore vede la fiamma distintamente diritta ».

Più in basso domanda a che servirebbe la forza convergente e concentrante degli umori dell'occhio, quando sulla retina non debbano giungere i raggi nel loro massimo grado di condensamento, ma già divergenti oltre il fuoco, onde l'imagine si dipinga capovolta, ecc.

Inoltre osserva che la retina non è un corpo opaco, su cui possa dipingersi una imagine; ed in fine conchiude, che la retina non è affetta da una imagine capovolta su lei dipinta, ma bensì dai raggi diretti che partono dagli oggetti, per cui essa li vede nella direzione stessa dei loro raggi.

Stabilisce una teoria di retta visione di facile intelligenza, e che appiana molte delle difficoltà, in cui urta la teoria della visione per mezzo di una imagine dipinta capovolta sulla retina.

Questa Scrittura fermò l'attenzione del professore Paolo Dell'Acqua, che la fece oggetto di analisi e di studio. Venne a dividere col Polli l'idea della retta visione, e nel susseguente 1854 pubblicava negli stessi Annali (1) una estesa Memoria sull'argomento: *Se i raggi luminosi che attraversano l'occhio riescano alla retina incrociati o no.* Con questo lavoro il professore Dell'Acqua fece rilevare delle inesattezze

(1) Vol. 69, pag. 524.

sfuggite al Polli, confutò l'argomento della visione per imagine rovesciata, preso dall'osservazione di Magendie, che fece rilevare l'imagine risguardando capovolta nell'interno dell'occhio di bue per un foro praticato nella parte superiore, ed alquanto anteriore. Confutazione che ha l'appoggio di esperimenti esatti (1). Infatti, *a* rimovendo la lente cristallina dall'occhio sottoposto all'osservazione *b*, togliendovi la pupilla *c*, svotando l'occhio degli umori, si ottiene sempre per risultato l'imagine capovolta nel fondo dell'occhio, sebbene siffattamente mutilato. Ritenne Dell'Acqua il principio della retta visione; modificò la teoria del Polli proponendone una propria.

Lo scritto del Polli e quello del Dell'Acqua furono sottoposti a critico esame dai signori professore Francesco Cattaneo e dottor Antonio Dall'Acqua, e con una nota pubblicata egualmente nel precitato Giornale (2) ne fecero pubblica censura. Questa nota ha per base gli insegnamenti della fisica. Gli autori quasi rinfacciano di soverchio ardire il Polli ed il Dell'Acqua per aver essi posto in campo ragioni collo scopo di dimostrare falso quanto dal 1600 in poi si ritenne per vero, senza farsi carico alcuno dei forti argomenti, i quali indussero da lungo tempo i dotti ad ammettere, siccome fisicamente certo, che l'occhio è talmente costruito da pingersi sulla retina le imagini degli oggetti esterni in posizione inversa.

La lettura del lavoro del sig. Polli e di quello del sig. Dell'Acqua (Paolo) mi fece nascer dubbio, che, senza cessare menomamente dall'essere verissime le osservazioni e le leggi fisiche dell'ottica, catotrica e della diottrica, potesse per avventura mai meritare modificazioni l'applicazione delle leggi della

(1) Vedi gli Annali Universali di Medicina, vol. 69, pag. 240.

(2) Annali Universali di Medicina, vol. 72, pag. 227, intorno al fenomeno della visione, nota dei signori Francesco Cattaneo ed Antonio dall'Acqua.

fisica morta all'occhio vivo, mirabile macchinetta di una fisica superiore. Non potrebbe essere sfuggito alcun che, per cui da principii verissimi applicati un po' imperfettamente ne venisse una conclusione, che dal vero si discostasse?

La critica dei signori Cattaneo e Dall'Acqua (Antonio) a luogo di rimovere da me gli insorti dubbii, me li fermarono più fortemente, rimarcando in ispecie il calcolo da loro pubblicato, da cui risulta, che l'apice del cono visuale (1), non che finire sulla retina, si prolunga ove non siasi ingombro più in là. Eccone le parole: « Noteremo poi di passaggio, che se il punto A si suppone alla distanza normale di 8 pollici dall'occhio, il punto (2) F, di riunione dei raggi rifratti, quando non intervengono alterazioni nelle parti dell' occhio, è posteriore alla retina di $\frac{7}{10}$ di linea, la distanza DF riescendo allora di lin. 7,75 ».

Ripensando sulla controversa teoria, parvemi di potere aggiungere alcune prove a quelle pubblicate dai signori Polli, e Dell'Acqua contro la comune teoria, cioè:

1.° Che l'oculista vede nel giusto luogo, nella giusta forma, le macchie sulla retina, essendo gli stessi mezzi rifrangenti frapposti tra l' esterno e la retina, che tra la retina e l'esterno. Quindi o le macchie dovrebbero apparire spostate e capovolte, ciò che non è, o la vista spiegata da una imagine capovolta degli oggetti esterni è un errore.

2.° Se l'imagine capovolta è cagione della visione, i miopi ed i presbiti dovrebbero offrire fenomeni diversi da quelli che presentano. Se l' incrociarsi dei raggi si effettua troppo presto, come dicesi, nei miopi, dovrebbero essi vedere gli oggetti più grandi a luogo di non vedere; se l' incrociarsi dei

(1) Annali citati, vol. 72. pag. 255.

(2) Apice del cono visuale.

raggi luminosi si fa troppo tardi, ossia troppo vicino alla retina, come dicesi dei presbiti, questi dovrebbero vedere tutto più piccolo a luogo di non vedere. Ma posta la retta visione, e dovendo l'apice del cono visuale nella vista sana cadere alla retina, il di lui spostamento deve indurre confusione alla vista quale appunto accusano i pazienti.

3.° Ad una vista per imagini capovolte converrebbero lenti piuttosto concave e di dispersione, che convesse e concentranti, quali dalla natura sono date al nostro occhio.

4.° Perchè avere un occhio mobilissimo e posto nel capo pure assai mobile, e sempre diretto al punto da vedersi, cosicchè una sola retta sia l'asse del cono obbiettivo e del visuale, se i raggi incrociati si ritengono gli utili alla visione?

Questi argomenti io pubblicava nel 1835 negli Annali di Medicina d'Austria proponendo il quesito: *Come avviene mai che l'imagine degli oggetti che si spinge nel nostro occhio capovolta, si vegga poi diritta?* (1).

La persuasione però, che l' imagine si pinga nell' occhio capovolta rimase inconcussa, e tutti i libri di Fisiologia stampati dopo in Italia e fuori riprodussero, come per lo avanti, la spiegazione fisica di prima, anzi ne ricopiarono con maggiore estensione, e principii e figure.

La mia posizione qual professore di Fisiologia, mi obbligava, ogni qual volta discorrere dovessi della visione, di far conoscere alla studiosa Gioventù con esattezza la spiegazione ammessa dai dotti tutti; ma non poteva ommettere di accennare ai dubbii mossivi contro dal Mühlibach, dal Polli, dal Dell'Acqua e da me.

Anzi, ogni anno meditando sulla questione parevami pren-

(1) Medicinische Jahrbücher Siebzentr. Band oder Neueste Folge VIII. Band III. Stück. S. 404. 1835.

dessero maggior forza le ragioni militanti per la retta visione. Al fine mi sentii animato a tentare una paziente e variata serie di esperimenti per liberarmi dall' incertezza e potere quindi rassicurato seguire francamente o l'una o l'altra credenza.

La forza della persuasione generale non mi distolse dal lavoro, perchè era sorretto dalla contezza che il fortunato motore, che in pochi anni sollevò si alto la Fisiologia, fu il filosofico dubitare. Luce di autorevoli nomi, ragionamenti di teorie prese ad imprestito da altre scienze, grazie di stile, o brio di seducenti ipotesi, non sono più in oggi l'egida, a cui si affidi la Fisiologia. Essa vuole esperimenti e dimostrazione di fatto. Essa vuole pruove e ripruove. Essa ora si spinge soltanto nell'angusta via della fredda osservazione, e delle deduzioni severamente logiche. Così cammina a rilento è vero, ma con piede positivo e sicuro.

Se gli esperimenti e le deduzioni che ora pubblico hanno quel valore che a me sembra, proverò la compiacenza di avere rimossi dubbii ed additata qualche verità. E nel caso in cui io mi fossi pienamente illuso, gioverà almeno ad altri la semplicità a cui ho ridotti gli esperimenti. Semplicità che permette a chicchessia di ripeterli. Dalla ripetizione e verificazione degli esperimenti enunciati in questo scritto, o verranno emendate le mie illusioni, o riconosciuta erronea la spiegazione del fenomeno della vista per mezzo di una imagine, che segnasi capovolta sulla retina.

OSSERVAZIONI ANATOMICHE.

Presentando le mie osservazioni al giudizio dei medici e delle persone colte, che dai loro studii ebbero occasione di formarsi giusta idea della fabbrica dell'occhio umano, diventa una diligente e minuta descrizione di quest'organo piucchè inutile cosa. Avrebbe anzi l'inconveniente di accrescere senza pro la mole dello stampato. Un richiamo per altro di quanto può rendere più facile la dimostrazione delle conclusioni, che sto per esporre, parmi non sarà discaro al Lettore.

I calcoli da istituirsi, onde determinare il punto focale dell'occhio, esigono una precisa scala delle misure delle singole parti, che trovansi dal centro ottico della cornea trasparente alla retina. Perciò la prima parte di queste annotazioni sarà l'indice delle dette misure risultate sovra occhi da me esaminati. I servigi, che nella visione prestano il corpo ciliare, e le vicine parti della coroidea, mi invitano a darne una relazione, per quanto però risguarda l'assunto. E finalmente, l'importanza nella spiegazione fisiologica delle diverse regioni della retina, cioè della regione ossipica, delle ambliopiche e delle amaurotiche, rendono necessario uno speciale studio anatomico della retina; e questo chiuderà la parte anatomica.

Misure prese sovra diversi occhi di persone adulte morte nell'ospitale di Pavia, e confronto colle misure indicate dagli Autori.

La misura da me adoperata come unità, fu il millimetro od atomo (1) del metro, ed i confronti col piede parigino li ho segnati secondo le Tavole di ragguaglio pubblicate in Mi-

(1) Nuove estese Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure milanesi, viennesi e metriche. Maggio 1855. pag. 95.

lano nel 1855 dal Tipografo Placido Maria Visaj. Deggio avvertire di questo perchè in dette Tavole si computano per un intiero le frazioni di un atomo, quando giungono o superano il $\frac{1}{2}$ atomo, come le frazioni eguali o maggiori di $\frac{1}{2}$ punto si computarono per un punto intiero. Però, la piccolissima differenza che ne può risultare, nulla influisce nel determinare l' azione della luce sulla parte impressionabile della retina, perchè negli atti della vita havvi sempre una meravigliosa latitudine, e che sembra la caratteristica della vita stessa. Mentre tutto è in un rapporto matematicamente calcolabile ed esattissimo nei fenomeni fisici e chimici; entro una certa latitudine pare che scherzino liberi i fatti vitali, non esclusa la visione.

Le differenze che ordinariamente riscontransi nelle misure degli occhi femminili, in confronto all'occhio degli adulti maschi, confermano questa proposizione. Sotto forma più dilicata, meno voluminosa, ha l'occhio femminile, potenza visiva, che in genere nulla ha ad invidiare all'occhio maschile. L'occhio del fanciulletto offre una prova ancor più sensibile, giacchè la differenza calcolabile con punti e linee, è ancor maggiore, e tuttavia la vista non è meno valente.

Posto questa verità di fatto, ritenni inutile di fare Tavole di confronto dell'occhio umano secondo l'età ed il sesso, ritenni inutile di scegliere e distinguere minuziosamente le individuali accidentalità. Così andrò indicando il risultato delle misure degli occhi che aveva di persone defunte all'ospitale e destinate alla scuola senza scelta alcuna.

Lunghezza dell'asse totale dell'occhio.

L' asse totale dell' occhio è rappresentato dalla linea che passa dal punto più rilevato della cornea anteriormente, fino alla parte più convessa della sclerotica posteriormente.

Negli occhi che vennero sottoposti alla misura per rilevare la lunghezza di quest'asse totale da me, ritrovai queste differenze.

Lunghezza minima, millimetri 20.

Lunghezza la più comune, millimetri 23 e piccolissime frazioni di un millimetro in più od in meno.

Lunghezza massima, che fra le misure da me prese fece quasi una eccezione, non avendola rinvenuta che una sola volta, millimetri 24. $\frac{1}{2}$.

Krause (1) misurò colla più scrupolosa esattezza due occhi,

(1) L'unita Tavola di Krause presenta complessivamente tutte le misure da lui rinvenute nei due occhi presi a modello.

Dimensioni principali delle diverse parti dell'occhio secondo Krause.

INDICAZIONI DIVERSE	Occhio N. 1. Millimetri	Occhio N. 2. Millimetri
I. *Dimensioni del globo dell'occhio.*		
Diametro diretto nel senso dell'asse ottico . . .	23.6111	23,2314
Diametro orizzontale perpendicolare all'asse ottico . .	23,0000	26,0416
Diametro verticale	23,5796	23,0000
II. *Spessore nella direzione dell'asse ottico*		
Cornea trasparente	1.1574	0,9259
Umore acqueo	2.3465	2.7778
Cristallino	7,1759	4.6296
Corpo vitreo	11,1111	15,5933
Retina coroidea	0,2315	0,2315
Sclerotica	1,5889	1,2751
Totale	23,6111	23,2314
III. *Spessore delle diverse parti del cristallino.*		
Strato molle anteriore	2,0833	2,0833
Strato medio anteriore	1,2752	"
Nucleo	2.0833	2,0833
Strato medio posteriore	1.0417	"
Strato molle posteriore	0,6944	0,4630
Totale	7,1759	4,6296
IV. *Dimensioni diverse.*		
Diametro del cristallino	9.2593	9.4907
Diametro del foro del nervo ottico nella coroidea . .	0.2083	"
Altezza dell'eminenza del nervo ottico sopra la retina .	0,6944	0,4630
Distanza compresa tra il punto centrale di questa eminenza e l'estremità dell'asse ottico sopra la coroidea . .	3,4722	3.7037
Distanza della parte anteriore della cornea all'iride . .	3.4722	3.2407
Diametro della pupilla	4,8611	4,1667

e trovò: nell'uno la lunghezza di millimetri 23,6111, nell'altro quella di millimetri 25,2314.

Ganot nel suo Trattato Elementare di Fisica (1), accenna la lunghezza dell'asse dell'occhio dai 22-24 millimetri.

Nella Enciclopedia anatomica (2) questo diametro longitudinale totale è detto asse dell'occhio esterno, ed è indicato di varia lunghezza, dalle 10 alle 11 linee, che corrispondono a millimetri 23 a 25. Quivi trovasi l'avvertenza che fu trovato arrivare sino alla lunghezza di un pollice, ma che il più delle volte è al di sotto delle 11 lin. = millimetri 25.

Lunghezza dell'asse ottico.

L'asse ottico corrisponde alla retta, che dalla massima convessità della cornea, passa nell'interno dell'occhio fino all'incontro della piega portante la macchia gialla della retina. Indico questo punto della retina per estremità interna dell'asse ottico, perchè chiunque voglia spingere un ago sottile e lungo dal centro della convessità della cornea in linea retta, ad incontrare l'opposto punto della sclerotica, ferirà sempre la nominata piega retinica posta all'esterno del nervo ottico; e mai il nervo che trovasi fuori del centro del fondo dell'occhio, da due ai quattro millimetri.

Quest'asse è quello che merita la maggiore considerazione, perchè è appunto la linea secondo la quale cerchiamo di aver l'impressione sulla retina dell'imagine degli oggetti esterni, ed anche perchè è appunto quello che deve confrontarsi colla

(1) Trattato Elementare di Fisica dei sig. Ganot, tradotto dai prof. Camillo Hajeck e Vincenzo Masserotti, pubblicato coi tipi del sig. dott. Francesco Vallardi. Milano 1852, pag. 460.

(2) Encyclopédie anatomique, traduit de l'Allemand per A. J. L. Jourdan. Paris, chez J. B. Baillière. 1843. Vol. V, pag. 602.

risultanza dei calcoli che tendono a provare il punto d'incontro dei raggi, che dall' esterno arrivano alla retina per produrvi la visione.

La lunghezza minima da me ritrovata fu di millimetri 19. Ordinariamente, ossia nel massimo numero degli occhi da me misurati, ebbi per tutta lunghezza mill. 19. $\frac{1}{2}$ circa, cioè un po' al di là dei 19 atomi senz' arrivare ai venti. La lunghezza massima fu di 20. $\frac{1}{2}$.

La differenza pertanto della lunghezza dell'asse ottico risultommi notevolmente minore delle differenze della lunghezza totale dell'occhio. Infatti, lunghezza totale minima 22
» » massima 25
differenza millim. 5.

Asse ottico, lunghezza minima 19
» massima 20. $\frac{1}{2}$
differenza millim. 1. $\frac{1}{2}$.

Per cui il cangiato volume non è in ragione esatta del cangiamento dell'asse ottico.

Il così detto asse visuale interno dell'occhio degli Autori è diverso dell'asse ottico, perchè nel valutare l'asse interno si esclude la grossezza della cornea, e non si valuta che la linea tracciata dal mezzo della faccia posteriore della cornea fino al centro della retina.

L' asse visuale interno è della lunghezza, secondo E. Huschke (1), di 9 linee a linee 9 e 9 punti; secondo Krause (2) sarebbe di linee 9 e $\frac{4}{10}$ a 10 linee.

La differenza di quest'asse, secondo Huschke, non sarebbe stata verificata che di 9 punti, cioè di due millimetri, e se-

(1) Encyclopédie anatomique, etc., pag. 602.

(2) Nelle Tavole di Krause non è indicato questo diametro. Non so ove Huschke abbia presa questa misura che attribuisce a Krause. Vedi Encyclopédie anatomique, etc., pag. 602.

condo Krause di soli $\frac{6}{10}$ di linea, cioè di poco più di un millimetro.

Anche aggiungendo a queste misure la piccolissima differenza che può offrire il diverso spessore della cornea, trovasi pur sempre che la linea che rappresenta l'interno asse visuale offre minori varietà, che il diametro totale dell'occhio od asse visuale esterno.

Larghezza o grossezza dell'occhio.

Non veggo alcun utile che derivare ne possa nel tener calcolo di tutte le possibili misure dell'occhio, e nel presentare una lunga serie di numeri per indicare le varianti lunghezze dei diametri obbliqui, trasversali e verticali dell'occhio, che variano nei punti differenti di quest'organo. A chi vuol confrontare la lunghezza che il calcolo attribuisce al cono luminoso che serve alla visione, colla distanza dall'esterno della cornea al centro della retina, basta solo la cognizione della lunghezza indicata precedentemente dell'asse ottico. Mi limiterò, per la misura della grossezza, a dire che in generale la maggiore grossezza di un occhio supera la lunghezza del suo diametro totale, di qualche millimetro appena.

Spessore degli oggetti che riscontransi nella direzione dell'asse longitudinale totale.

CORNEA.

Lo spessore della cornea, misurato nel centro, mi risultò da un millimetro ad un millimetro e mezzo. Krause nella sua Tavola dà le due cifre: 1,1574, e 0,9259.

UMORE ACQUEO.

Krause segna quali cifre di misure dell' umore acqueo: 2,5463 e 2,7778.

Misurando la distanza che passa tra la superficie interna e precisamente nel centro alla faccia anteriore della cristalloide, mi risultò di due a tre millimetri. Ganot (1) a questa distanza dà soli due millimetri. Questa misura di Ganot è, per la pluralità degli occhi, minore del vero.

LENTE COLLA SUA CRISTALLOIDE.

Krause segna nella sua Tavola millimetri 7,1759 per l'intiera lente dell'occhio 1.°, e 4,6296 per la lente dell'occhio 2.°.

Ganot tiene per misura ordinaria millimetri 5 (2). Ganot anche in questa misura segna un numero solo, quando la misura della lente presenta le maggiori differenze. Riscontrai lenti di tre fino a sette millimetri, e le varietà nelle lenti erano sensibili anche nella consistenza degli strati periferici e nel colore. Negli occhi umani il colore gialliccio si conosce crescere in ragione diretta dell' inoltrarsi verso la decomposizione. La lente negli animali, che si può levare da un occhio vivente, apparisce di una trasparenza somma, si direbbe una purissima lente di cristallo. Anche la lente degli animali perde la pellucidità coll' estinguersi della vita, ed a poco a poco ingiallisce, diminuisce di volume, si raggrinza all'intorno per l'evaporazione dei più tenui umori, alfine si corrompe.

Veggo rilevata l'incostanza delle dimensioni della lente del-

(1) Fisica Elementare citata, pag. 460.
(2) L. c., pag. 460.

l'occhio umano anche dall'Huschke, che indica lo spessore della lente (1) variante da lin. 1. 85, a lin. 3. 1, cioè da millimetri 5. $\frac{1}{33}$ a 7 circa.

Sospetto che l' incostanza dello spessore della lente sia da attribuirsi per gran parte alle mutazioni che la lente subisce dopo morte. I diametri minimi di questo spessore furono da me notati negli occhi che già puzzavano, quando negli occhi freschi degli animali di tutte le classi di vertebrati, che esaminava, rinvenni bensì qualche differenza da individuo ad individuo della stessa specie e grossezza, ma differenze di piccole frazioni, che esigevano molta accuratezza di misura per indicarle.

CORPO VITREO.

Spessore del corpo vitreo, secondo Krause:

Occhio 1.°, mill. 11, 1111.
« 2.°, mill. 15, 5955.

Huschke, nel più volte citato articolo dell'Enciclopedia anatomica, dà la misura del corpo vitreo secondo i diversi diametri, sotto i quali può considerarsi questo corpo. La misura che interessa in questo luogo è soltanto quella dell' asse teso dalla infossatura corrispondente, alla parte posteriore della lente fino alla macchia gialla, e che si confonde coll'asse ottico. Questo asse del vitreo è, nella misura riferita di Huschke, da lin. 4. 8 a lin. 6. 8, cioè da millimetri 11 a millimetri 16, misura prossima a quella data da Krause.

L' incostanza dello spessore della lente degli occhi del cadavere umano va unita all' incostanza dello spessore del vitreo. Quest' umore riempie perfettamente colla jaloide tutto lo

(1) Encyclopédie anatomique. Vol. V, pag. 695.

spazio concentrico alla retina, e posteriore alla cristalloide durante la vita; anzi distende le pareti dell'occhio, che offre nello stato di vita e di salute una notevole durezza. Dopo la morte, le pareti dell'occhio si fanno ben presto avvizzite. L'esalazione, piucchè il raffreddamento, cagiona questo rilasciarsi delle pareti dell'occhio, mentre l'appannamento della cornea dopo morte, è opera più di questo che di quella. Non mi fa quindi senso alcuno, che nelle misure del vitreo da me prese, trovi significante diversità, in confronto di quelle di Krause e di Huschke. Non ebbi mai più di 12 millimetri, e ne trovai alcune volte solo nove.

Ho detto che l' esalazione è la principale causa dell'avvizzimento che sì presto avviene nell'occhio dopo la morte; me ne fa appoggio l' osservazione che il vitreo sfugge dalla jaloide con una prontezza notevolissima. È grande l' esosmosi di quest'umore. Basta liberare la jaloide coll'umor suo, senza lederla menomamente dalla sclerotica, dalla coroide e dalla retina nella metà posteriore dell'occhio, e riporre l'occhio così preparato in un recipiente asciuttissimo, perchè poco stante si veda il vaso bagnato al suo fondo, e dopo qualche ora l'occhio sia tutto circondato da purissimo e trasparentissimo liquido. M'avvenne anche di vedere gemere dalla sclerotica sottilissima di conigli bianchi e giovani goccioline di siffatto umore. Con grande facilità dopo la morte i fluidissimi umori dell' occhio trasudano; è quindi chiaro il perchè l'occhio più o meno fresco da un risultato ben diverso nella misura del vitreo; sicchè, per approssimarsi alla vera quantità che esiste nell'occhio vivo, bisogna accrescere di alcuni millimetri il numero da me ritrovato. È probabile che la lunghezza del diametro del vitreo durante la vita sia dai 15 ai 16 millimetri.

Spessore della retina, coroidea e sclerotica unite, calcolate nella parte posteriore centrale dell'occhio.

Interessando allo scopo di questa Scrittura di conoscere soltanto la distanza della retina dal principio dell'asse ottico, ossia dal centro della superficie della cornea, non mi occupai che della misura complessiva di queste tre tonache, e ne ebbi per risultato:

Spessore minimo mill. 1. $\frac{1}{2}$.
« massimo mill. 2.

Krause negli occhi da lui studiati trovò equivalere lo spessore della retina e coroidea a 0,2515, in tutte due gli occhi, e notò la grossezza della sclerotica, nell'occhio 1.° a mill. 1,5889, e nell'occhio 2.° a mill. 1,2751. Secondo Krause la complessiva grossezza sarebbe dunque:

	1,5889		1,2751.
	0,2515		0,2515.
Occhio 1.°, mill.	1,6204.	Occhio 2.°, mill.	1,5046;

ossia poco più di un millimetro e mezzo in tutte due.

Misure della larghezza della cornea, dell'iride, della lente, del corpo ciliare, della papilla del nervo ottico, della piega retinica e della macchia gialla.

LARGHEZZA DELLA CORNEA.

La cornea nei diversi occhi mi presentò misurata alla sua base la larghezza variante dalli 11 ai 12 millimetri.

LARGHEZZA DELL'IRIDE.

L'iride corrispondeva in tutti gli occhi da me osservati alla cornea sovrastante, cosicchè appena si potrebbe porre differenza nel diametro dell'iride e quello del cerchio della base della cornea. Anche Ganot, nel citato lavoro di Fisica elementare (1), dà all'iride 11-12 millimetri di diametro, e Huschke indica avere questo diametro 5 linee, ossia millimetri 11.

LARGHEZZA DELLA LENTE.

Il diametro della lente, nel senso trasversale, mi offrì delle varianti dalli 7 alli 10 millimetri. È però il diametro della lente sempre minore di due a tre millimetri del diametro dell'iride.

Questo diametro, misurato da Krause (2), si trovò di millimetri 9,2593 e 9,4907. Misurato da Huschke (3), dà lin. 4 a lin. 4. 1, ossia millimetri 9. È la lunghezza indicata da Ganot (4) per questo diametro millimetri 10.

LARGHEZZA DEL CORPO CILIARE.

Onde ovviare ad ogni equivoco nell'uso della parola *corpo ciliare,* premetterò, che con questo nome intendo indicare la parte anteriore della coroidea che ha per limiti posteriormente la linea dentellata (ora serrata, margo-ondulato-serratus), ed anteriormente la linea di unione della coroidea coll'iride. Misu-

(1) Pag. 16.
(2) Tavola citata.
(3) L. c.
(4) L. c.

rando dalla unione dell'iride alla linea dentellata, trovai ordinariamente la distanza di 6 a 7 millimetri. Anche misurando esternamente dall' unione della cornea colla sclerotica, fino al fine dell'apparente zona nera e che corrisponde al corpo ciliare, ebbi sempre l'uguale somma di sei a sette millimetri. Una grande costanza rinvenni nella larghezza di questa parte nerissima della coroide. Sembrami che anche Huschke abbia trovato sempre lo stesso numero, unicamente perchè parlando del corpo ciliare (1) dice: *La largeur du corps ciliaire est de trois lignes*, cioè millimetri sette.

LARGHEZZA DELLA PAPILLA DEL NERVO OTTICO.

La papilla del nervo ottico, misurata da Krause nei due occhi, era dell'altezza, nel 1.° di 0,6964, e nel 2.° di 0,4650 (2). Husçke (3) dà a questa eminenza nervea la larghezza di una linea e l'altezza di un quarto. Negli occhi da me studiati, la larghezza del nervo ottico in questo punto eccedeva di poco i due millimetri, e la sua elevatezza parvemi appena osservabile.

LARGHEZZA ED ELEVATEZZA DELLA PIEGA RETINICA
E DELLA MACCHIA GIALLA.

La piega della retina è saliente nella parte anteriore di essa e posta in senso trasversale al lato esterno della papilla del nervo ottico, dell'altezza di uno a due millimetri, e della lunghezza di sei in sette. Sovra essa riscontrasi la macchia gialla di forma ovale, della lunghezza di 3 a 4 millimetri e della larghezza di 2 a 3. Però, a mia sorpresa, ho dovuto notare

(1) Enciclopédie analomique, Tom. V, pag. 636.

(2) Vedi la Tavola a pag. 33.

(3) Op. citata, pag. 669.

nella macchia gialla marcatissime differenze, non solo nell' intensità del colore, nella sua grandezza, ma anche nella sua posizione; sicchè ora la rinvenni all'esterno ed al fine della piega retinica, ora vicinissima al nervo, e qualche volta la macchia gialla circondava anche la papilla ottica. Mi avvenne di ritrovare negli occhi di una donna morta in causa di parto una retina con uno sviluppo straordinario, e dove la piega nervosa, e la macchia mi si presentavano di una doppia larghezza, e molto elevate. Mi duole di non aver potuto raccogliere alcun particolare sulla forza visiva di quegli occhi con retina così singolare. Tutte le altre parti erano perfettamente corrispondenti, nel loro volume e figura, agli occhi comuni.

Le misure da me prese sulla piega retinica e sulla macchia gialla corrispondono a quelle di Huschke. Nota egli la lunghezza della piega retinica (1) da 2 linee a 2 linee e mezzo, ciò che equivale dai 5 a 6 millimetri, e per misura della macchia gialla indica per la lunghezza una linea e mezzo (mill. 5), e per la larghezza una linea (mill. 2).

Spessore della coroidea.

Lo spessore della coroidea offre una differenza ragguardevole, se confrontasi la parte sua anteriore colla parte posteriore. Cosicchè il suo spessore trovasi appena arrivare ad $\frac{1}{10}$ di millimetro in vicinanza al nervo ottico, ove finisce, e nella parte anteriore raggiunge la grossezza di due millimetri. L'assottigliamento però massimo di questa membrana vascolare è nella parte media, ove appena tocca $\frac{1}{15}$ di millimetro. Le misure relative date da Huschke (2) corrispondono a quanto io verificai su buon numero di occhi umani.

(1) L. c., pag. 669.
(2) L. c., pag. 624.

Spessore della retina.

Alla spiegazione della visione in modo fisiologico, necessita sommamente di rilevare, coll'ispezione anatomica e colla diligente misura, i luoghi più forniti di massa nervea, ed i luoghi ove, assottigliandosi la membrana nella *cellulo-vascellare-nervea*, non lascia in fine che la sola tela cellulare finissima. Abbenchè sia per indicare minutamente nella parte anatomica di questa Scrittura tali differenze, mi permetto di richiamare su questo oggetto una speciale attenzione del Lettore anche qui. Huschke così (1) scrive lo spessore della retina (ad eccezione della regione del foro centrale): diminuisce a poco a poco dalla papilla nervea fino alla sua estremità anteriore, ed anche rapidamente al bordo posteriore del corpo ciliare. Nella più gran parte della sua estensione posteriore ha un $\frac{1}{15}$ a $\frac{1}{10}$ di linea di spessore; ella va sempre a poco a poco assottigliandosi in avanti, cosicchè all'*ora serrata* il suo spessore non è più che $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{28}$ di linea; da questo punto ella cade tutto ad un tratto a un $\frac{1}{40}$ ad $\frac{1}{54}$, e lo stratarello di retina che arriva all'estremità dei processi ciliari non presenta lo spessore che di $\frac{1}{200}$ di linea.

Nelle osservazioni anatomiche sulla retina proverò che la parte nervosa finisce all'ora serrata, e che solo una tenuissima cellulare corre all'avanti aderente alla jaloide, e fino alla cristalloide; basti qui l'aver ciò accennato perchè apparisca doversi limitare le misure dello spessore della retina dall'ora serrata ai punti posteriori del fondo dell'occhio.

Verissima è l'asserzione di Huschke del decrescere dello spessore della retina dal fondo dell'occhio all'ora serrata, come

(1) L. c., pag. 656.

non dubito dell'esattezza delle misure prese dall'Huschke negli occhi da lui osservati. Nelle mie osservazioni però avrei rilevato uno spessore maggiore della retina all' intorno della piega retinica. Non ometterò per altro di far riflettere, che la retina si serra e si raggrinza alquanto in ragione che diminuisce la potenza distendente, cioè l' umore vitreo. Farò anche riflettere, che se tagliasi l' occhio in modo da svincolare la retina dalla briglia cellulosa, che forma la zona dello Zinn, e corre all' incontro della periferia della cristalloide, la retina si ripiega in varii punti sopra sè stessa, ed all' occhio armato di lenti osservasi quasi fosse formata da uno stratarello bianchiccio caduto sopra sè stesso con pieghe serpentine. La retina dei mammiferi e degli uccelli presentano lo stesso fenomeno affatto. Il tessuto celluloso della retina gode di una discreta contrattilità; cosicchè non solo è causa di questo fenomeno, ma anche del perchè, levata la sclerotica e la coroidea, la retina mantenga all'occhio la sua forma prima; ma appena si tagli in qualsiasi punto la retina, sbuccia subito fuori la jaloide, cerca farsi strada all'esterno e forma un gozzetto pellucidissimo. Il vitreo avanti il taglio era obbligato in sito dalla contrattilità della cellulare della retina.

Che che ne sia della differenza di spessore della retina da me osservata, in confronto a quelle misurate dall' Huschke, rimane però sempre verissimo il fatto (e ciò è l' importante per la questione), 1.° che meraviglioso è l'assottigliamento della retina nella parte anteriore; 2.° che tenuissima è nella parte più larga dell'occhio; 3.° che nel fondo è il luogo dove trovasi più rigonfia per sostanza nervosa, e che presenta la sua massima grossezza alla piega retinica, ed alla macchia gialla, appunto là ove tutto il meccanismo dell'occhio, come macchina ottica, cerca concentrare e raccogliere i raggi luminosi.

Misura dei raggi delle curve che presentano la cornea, la sclerotica e la lente.

La misura di questi raggi trovasi nella più volte citata opera di Ganot (1).

Raggio della sclerotica	millim.	10 a 11.
« della cornea	«	7 a 8.
« della faccia anteriore del cristallino	«	7 a 10.
« della faccia posteriore	«	5 a 6.

Unisco, a comodo di chi volesse nei calcoli prendere misure più dettagliate, la Tavola di Krause e quella di Vallée.

(1) Pag. 459.

Secondo Krause.

Indicazione delle superficie	Occhio N. 1			Occhio N. 2		
	x Millimetri	y Millimetri	y' Millimetri	x Millimetri	y Millimetri	y' Millimetri
Superficie anteriore e posteriore della cornea.	0,0000	3,4722	2,3148	0,0000	3,5648	0,1389
	1,1574	3,3565	2,1991	1,7361	»	2,2454
	2,3148	3,1250	1,8519	2,3148	»	2,0833
	3,4722	2,7778	1,3889	2,8935	»	1,8519
	4,6296	2,3148	0,6944	3,4722	2,9167	1,6204
	Nota. I valori di y e y' che mancano per l'occhio N. 2, non hanno potuto essere osservati.			4,0509	2,7083	1,2732
				4,6296	2,4074	0,9722
				5,2083	2,1759	»
Superficie anteriore e posteriore del cristallino.	0,0000	3,0093	4,1667	0,0000	1,9676	2,6620
	1,1574	2,8704	3,9352	1,1574	1,8981	2,5463
	2,3148	2,5463	3,4722	1,7361	1,8287	2,3843
	2,4722	1,7361	2,5463	2,3148	1,6898	2,1528
	»	»	»	2,8935	1,5046	1,8519
	»	»	»	3,4722	1,2732	1,5046
	»	»	»	4,0509	0,8796	1,0880

Indicazione delle superficie		Occhio N. 1 Millimetri	Occhio N. 2 Millimetri
Superficie anteriore e posteriore della lente cristallina spogliata dello strato molle.	*Nota.* Lo strato medio mancava nell'occhio 2.°		
	Diametro della corona	7,4074	»
	Spessore della mezza lente anteriore	2,0833	»
	Spessore della mezza lente posteriore	2,3148	»
Superficie anteriore e posteriore del nocciolo.	Diametro della corona	4,6296	6,0185
	Spessore della mezza lente superiore	0,9259	0,8565
	Spessore della mezza lente posteriore	1,1574	1,2269

Secondo Vallée. (1)

Indicazione delle superficie rifrangenti	Raggi delle curve circolari	Parametri delle curve paraboliche	Raggi delle curve elittiche: diretto secondo l'asse ottico	Raggi delle curve elittiche: diretto perpend. all'asse ottico	Raggi delle curve alla sommità: Occhio N. 1	Raggi delle curve alla sommità: Occhio N. 2
	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri	Millimetri
Anter.e della cornea	8,6806	»	»	»	+ 8,6806	»
	10,0750	»	»	»	»	+10,0750
Anter.e dell'umor acqueo	»	13,0481	»	»	+ 6,5231	»
	»	14,2229	»	»	»	+ 7,1113
Anter.e del cristallino	5,4838	»	»	»	+ 5,4838	»
	»	»	2,1991	4,7454	»	+10,2401
Anter.e dello strato medio	»	»	2,0833	3,7037	+ 6,5833	»
	»	»	»	»	»	»
Anter.o del nocciolo	»	»	0,9259	2,3148	+ 5,7870	»
	»	»	0,8565	3,0092	»	+10,5732
Posteriore del nocciolo	»	»	1,1574	2,3148	— 4,6296	»
	»	»	1,2269	3,0092	»	— 7,3812
Posteriore dello strato medio	»	»	2,3148	3,7037	— 5,9259	»
	»	»	»	»	»	»
Posteriore della lente cristallina	»	7,4262	»	»	— 3,7130	»
	»	10,3982	»	»	»	— 5,1991

(1) È intestata questa Tavola come se fosse tutta di Vallée; ma questo autore non fece realmente che rettificare le misure di Krause. Vedi Vallée, Theorie de l'Oeil. Paris 1844-1846, pag. 25.

OSSERVAZIONI ANATOMICHE SULLA COROIDEA.

La preparazione della coroidea, esige delicatezza ed un poco di diligenza; ma non è difficile. Bastano a questa preparazione una forbice a punta un poco ottusa ed una pinzetta. Si libera l'occhio da tutte le parti molli accessorie. Resa pulita la sclerotica, la si ferisce nella sua metà anteriore in modo da porre allo scoperto per un piccolo tratto la coroidea, del che si accorge l'operatore dal colore nero di essa. Allora si è fatto il più; perchè dopo si può con molta facilità sollevare colla pinzetta la sclerotica, e tagliando rasente alla parete interna di quella, formansi piccoli lembi che si recidono di mano in mano finchè tutta è tolta la sclerotica. Così in non molto tempo si prepara tutta la coroidea intiera perfettamente.

Il peso dell'occhio, quando sollevasi la sclerotica, serve a rendere maggiore lo spazio fra essa e la coroide attigua, e nel tempo stesso a rendere più facile il taglio dei fili sottilissimi vascolari e nerveo-cellulosi, che di quando in quando passano dall'una all'altra membranella facendovi rara e leggiera connessione; ma che per altro porta facilmente sotto al tagliente piccole pieghe della coroidea e ne rende imperfetta la preparazione.

Preparata con questo facile metodo la coroidea, vedesi essa circondata da linee biancastre, che partendosi dall'indietro all'avanti si approfondano dicotome alla regione del legamento ciliare per investire specialmente l'iride. Sono queste le diramazioni dei nervi ciliari. Interessando allo scopo di questa Scrittura, che l'attenzione del Lettore si fermi principalmente alla coroidea, e suo corpo ciliare, ho levata la rete dei nervi ciliari, come non volli far designare l'andamento dei vasi di

questa membrana, vorticoso e bellissimo, che rilevasi sulla coroidea da chi ha vista molto acuta, e di leggieri da ognuno che usi di una lente anche di poca forza. Ho voluto presentare la coroidea colla sola diversità del colore che essa presenta all'esterno.

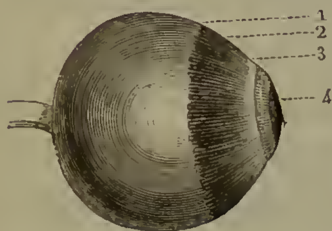


Fig. 1.

Questa figura rimarca la tinta più nera della parte anteriore della coroidea, a cui corrisponde il così detto corpo ciliare. Si è tenuto un po' più forte il colore di quello che in realtà non sia, espressamente per far rilevare la linea serpentina che distingue il fine del corpo ciliare del rimanente della coroide.

N.° 1. (Ora serrata, margo-ondulato-dentatus) linea serpentina che limita la porzione più nera della coroide dal rimanente di essa, ed a cui corrisponde internamente una linea equivalente.

N.° 2. Fascia nera, cui corrisponde nell'interno tutta la parte posteriore del corpo ciliare (pars non plicata), e porzione della parte a pieghe (pars plicata).

N.° 3. Legamento ciliare bianco-cinericcio, che nell' interno presenta la parte più grossa della coroidea, di colore nerissimo, rigonfia e ripiegata in modo da formare i processi ciliari, la corona ciliare, e la porzione raggiata, od a pieghe del corpo ciliare.

Dalla linea d'inserzione del legamento ciliare, cui corrisponde esternamente la cornea, discende verticalmente nell'interno la continuazione della coroide, che chiamasi iride. Nerissima è questa nella parte che risguarda l'interno, screziata a raggi, e di vario colore nell'esterno. Nel centro havvi il foro pupillare.

N.° 4. Il n.° 4 presenta riunite, e come veggonsi di fianco, la cornea distesa dall' acqueo, la pupilla e porzione dell' iride nello stato naturale.

Il nero colore della coroidea e della parte posteriore dell' iride (uvea), è dovuto al pigmento granuloso secreto dei vasi della coroide. Negli occhi freschi si stacca la sclerotica pressochè bianca. Ma alcun tempo dopo la morte trapela quella massa colorante in modo da macchiarne l' interna superficie della sclerotica, e principalmente nel momento che incomincia la corruzione dell' occhio.

La superficie interna della coroidea nell' estremità sua anteriore e dove è continua coll' iride, si unisce alla sclerotica ed alla cornea, e da ciò è giustificato il nome di legamento ciliare, che prende tutta la sua estremità anteriore.

L' unita figura mostra la coroidea nell' interno dell' occhio. Tagliato l' occhio dalla cornea al nervo ottico orizzontalmente, presenta del pari la coroide due parti di diverso colore, l' anteriore più nera, meno tinta la posteriore.

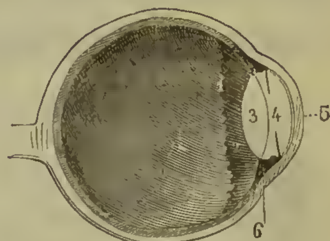


Fig. 2.

N.° 1 (in bianco). Ora serrata.

N.° 2 (in bianco). Parte posteriore del corpo ciliare senza pieghe (pars non plicata).

N.° 3. Lente cristallina.

N.° 4. Pupilla ed iride.

N.° 5. Cornea trasparente.

N.° 6. Processi ciliari.

Lo spazio tra la pupilla (4) e la cornea (5) porta il nome di camera anteriore dell' occhio.

Lo spazio tra la pupilla ed iride (4) e la lente (3) è detto

camera posteriore. In questa figura si tenne l'iride un po' più distante dalla lente, che non è in natura, per far rilevare la forma diversa delle due camere. Nell'anteriore lo spazio maggiore è nel centro della pupilla; nella posteriore è nel centro la minima distanza dell'iride, che colla sua parte posteriore (uvea) appena è separata dalla lente per l'acqueo.

Alla periferia e tutto all'ingiro acquista ampiezza per la curva della lente, ed in questo luogo appunto tutto all'intorno pescano nell'acqueo le estremità libere dei processi ciliari (6).

Pei processi ciliari, che si adagiano tutt'all'intorno della lente, questa trovasi in un cerchiello raggiato, per cui sembra come incastonata nello spessore del corpo ciliare. Questo cerchiello nerissimo che circonda la lente, porta il nome, secondo alcuni autori, di corona ciliare. L'unita figura presenta la lente cui anteriormente furono levate la cornea e l'iride.



Fig. 3.

N.º 1. Lente cristallina.
N.º 2. Processi ciliari.
N.º 3. Legamento ciliare.
N.º 4. L'esterna parte nera del corpo ciliare. Dalla figura scorgesi come la lente si può liberare dalla zona ciliare che la circonda, come sono liberi sulla circonferenza della lente i processi ciliari, e come leggermente aderisca per filamenti sottilissimi la corona ciliare alla capsula della lente.

Il corpo ciliare, abbandonata la lente, si allarga all'esterno al disopra della parte anteriore della jaloide, o membrana del vitreo, e forma un secondo cerchio più semplice, e sempre più largo, a figura di scodella. Il corpo ciliare, che appena aderisce con sottilissimi fili alla cristalloide, è aderente assai più alla jaloidea.

L'unita figura presenta la parte posteriore della lente, ed il rimanente del corpo ciliare al naturale. Spaccato trasversalmente l'occhio, e posto verticalmente il segmento anteriore sulla cornea, vedesi:



Fig. 4.

1. La pupilla.

2. L' iride, che nella sua parte posteriore è nerissima e coperta uniformemente da notevole quantità di pigmento, asssume il nome di uvea.

3. La porzione con pieghe salienti e raggianti del corpo ciliare.

4. La porzione residua mancante di pieghe del corpo ciliare con traccia dell' ora serrata (5) e del principio della parte meno colorita della coroidea (6).

Quando staccasi la coroidea stirandola dalla parte posteriore dell' occhio verso l' anteriore, il corpo ciliare suole rimanere aderente alla jaloidea, la quale rimane più o meno annerita nelle sue pieghe quando si liberi dal corpo ciliare. Quelle pieghe della membrana del vitreo, che s' incastrano alternativamente colle pieghe del corpo ciliare della coroidea, formano il così detto corpo ciliare del vitreo, o la zona ciliare dello Zinn, o processi ciliari del corpo vitreo del Ribes.

Il Lettore s' avvede dell' omissione che io feci della retina, che secondo alcuni autori entrerebbe a far parte della commessura d' unione della cornea, dell' iride della coroidea e della sclerotica, come dell' omissione della retina nel considerare la zona dello Zinn. Ciò nasce dall' essermi convinto colle sezioni anatomiche, coll' uso delle lenti e del microscopio, che la retina finisce all' ora serrata. La sostanza nervea caratteristica di questa membranella nerveo-cellulare cessa manifestamente in quel punto, ed appena lo strato celluloso di

una meravigliosa finezza s' immedesima colla jaloidea, e vi si diperde senza poterla più oltre seguire. I movimenti quindi, che stirando la retina si comunicano sino alla cristalloide, non sono argomento sufficiente perchè si abbia a dichiararla presente come retina, nella sua vera natura o specifica condizione nervea. Ad occhio nudo è già sensibile l' arrestarsi della sostanza nervea all' ora serrata; ma col microscopio la cosa viene ad essere evidente. Vedi più avanti le figure della retina. I nervi, che sono nei processi ciliari non vengono dall' ottico, nè dalla sua espansione in retina, ma dai nervi ciliari che formano al legamento ciliare un ragguardevole intreccio nervoso.

La parte interna posteriore della coroidea vuole essere ricordata siccome molto meno tinta di pigmento nero, mentre nerissima è l' uvea, e nerissimo è il corpo ciliare. Solo fa eccezione l' apice libero dei processi ciliari che inclina ad un colore cinereo. La coroidea ha il massimo suo spessore alla parte anteriore, e manca intieramente tutto all' intorno del nervo ottico. Questa particolare disposizione della coroidea deve essere tenuta bene a calcolo nel volere conoscere i suoi ufficii. La coroidea, come corpo nero, serve ad assorbire i raggi luminosi, e con ciò contribuisce grandemente alla perfezione della visione. È questo principio giustamente ammesso da tutti i fisici e da tutti i fisiologi. Ora, dall'intensità maggiore della tinta assorbente, costantemente verificabile nella parte anteriore, bisogna conchiudere, che la necessità dell' assorbimento dei raggi luminosi sia assai maggiore quivi che altrove. Fatto a cui deggio ritornare, ove nella parte fisiologica esporrò gli ufficii della coroidea.

L' organizzazione della coroide è eminentemente cellulo-vascolare. Le arterie ciliari brevi, alcune diramazioni delle ci-

liari lunghe e delle arterie della retina, formando un elegante reticolo vascolare nella coroidea. Le vene numerosissime superano di gran lunga la rete arteriosa, e danno origine ai così detti vasi vorticosi. È tanta la quantità dei vasi nella coroidea da meritare giustamente il nome di membrana vascolare. Ciò richiamo alla mente per avvertire una speciale condizione dei vasi venosi coroideali, vale a dire la singolare tenuità delle loro pareti; condizione favorevolissima all'assorbimento. Mancano nell'interno dell'occhio i vasi linfatici, od almeno non sono stati finora dimostrati. Le sottilissime vene della coroidea ne tengono, a mio giudizio, le veci.

OSSERVAZIONI ANATOMICHE SULLA RETINA.

Quando si ha la coroidea, la preparazione della retina è della più grande facilità. Bastano due pinzette ed un ago. Fatto coll'ago un piccolo pertugio nella coroidea, sicchè apparisca al disotto un leggerissimo colore bianco-gialliccio (colore della retina), si devono prendere i due margini dell'apertura fatta nella coroidea colle pinzette, che stirate dolcemente in senso opposto, lasciano intatta al disotto la retina, che non è aderente, e solo abbisogna tagliare la coroide lacerata alla linea serpentina dell'ora.

L'occhio umano, per la sottigliezza della sua sclerotica, prestasi molto meglio alla preparazione della coroide, che devesi premettere a quella della retina, che l'occhio di bue. Un'avvertenza è necessaria nel preparare l'occhio onde avere la retina, quella cioè, se trattasi d'un occhio di bue, di non stirare rozzamente il nervo ottico, perchè stracciasi la retina nel leggerissimo suo tessuto all'ora serrata, e sorte unita al nervo, presentando una massa mollissima di colore giallo-ros-

siccio. Nella preparazione poi della retina dell'occhio umano, che non si deve toccare che dopo 24 ore della morte, e per lo più non si ha che dopo 36 o 48 ore, nel maneggiare l' occhio, quando preparasi la coroidea nella parte posteriore in vicinanza al nervo ottico, con grande facilità si rompe la regione della piega retinica e della macchia gialla, ed apparisce un tumoretto diafano fatto dalla jaloide e dal contenuto vitreo. La contrattilità del cellulare, che è la base della retina, è la causa per cui la jaloide ed il suo umore sono obbligati a ritenersi pressi nell'interno dell'occhio.

La retina ritiensi volgarmente come una membranella nervea, omogenea, trasparentissima, pura espansione del nervo ottico, che ha concentrica la jaloidea senza aderirvi, e che finisce al corpo ciliare, e secondo altri alla jaloidea, ed anche ai processi ciliari. L' Anatomia minuta e diligente mostra importantissime cose, che cangiano quasi per intiero la credenza volgare. La retina è un tessuto eterogeneo, che ha tre strati principali; il più superficiale è granuloso, uno medio è di fibre nervee, e l' ultimo è quello formato dalla tela cellulare, che ne forma la trama (1).

Nella retina l' arteria centrale dello Zinn si divide in molte ramificazioni grossolane e visibili anche ad occhio nudo;

(1) La diligenza e l'industria degli anatomici ha potuto mostrare, nella sottilissima retina, cinque strati. 1.° L'esteriore membrana di Jacob (stratum bacillatum); 2.° lo strato più denso che occupa la parte concava della membrana Jacobiana formato dalle fibre primitive del nervo ottico (stratum fibrillosum); 3.° sui plessi dello strato fibroso trovasi uno strato di globuli (stratum globulosum); 4.° uno strato di globuli piccoli giallastri. *Esiste realmente questo quarto strato? o voglionsi distinguere siccome strati diversi i globuli più grandi dai piccoli? Ritengo questa una distinzione inutile.* 5.° Lo strato vascolare (lamina vasculosa retinæ). Le ramificazioni dell' arteria centrale unite per tessuto cellulare formano questo quinto strato. *Anche questa distinzione parmi inutile, immedesimandosi i vasi cogli altri strati.* Credo che si possa ritenere la retina risultante dai tre strati da me accennati; il volere suddividerne gli strati, come ogni attento microscopista può fare, porterebbe ad aggiungerne altri due, come fece il Pacini, che aggiunse un sesto strato con nuclei (nella faccia concava della membrana di Jacob) ed un settimo di fibre grigie e granulose.

anzi, Purkinie, tenendo un occhio chiuso e passando con una fiammella vicina all' altr' occhio, s' accorse di una figura, che la retina troppo vivamente colpita distingue in sè stessa, la ramificazione cioè dell' arteria centrale nella parte più impressionata siccome appare dall'unita figura.



Fig. 5.

Aggiungo la figura 122 dell' opera di Müller, perchè chi volesse studiare il fine della retina, e non avesse ancora l' occhio addestrato a distinguere i diversi tessuti della retina, della jaloide e della cristalloide, potrà facilitarsi le osservazioni pratiche coll' intuizione precedente di questa figura.

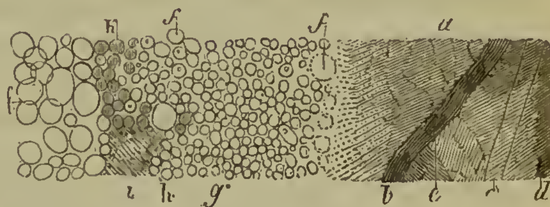


Fig. 6.

a. Bastoncini semplici. *b.* Fibre del nervo ottico. *c.* Vasi sanguigni. *d.* Traccia di pigmento *e.* Vortici probabilmente artificiali. *f.* Corpicciuoli grigi. *g.* I medesimi più piccoli. *hl.* Sostanza bianca amorfa. *i.* Sostanza grigia amorfa. *k.* Corpicciuoli prodotti dal coagulo amorfo.

La retina è pellucida bensì ma non trasparentissima. Anche in un occhio levato da un quadrupede vivo e che non è ancora appannato dalla morte, si distingue facilmente la retina che sembra una ragnatela leggiermente gialliccia, od

inclinante un poco al rosso. Dalla morte si colora alquanto di più, e s'increspa un tal poco in ragione che l'occhio avvizzisce come avvertii parlando dello spessore diverso della retina.

La retina comincia nel fondo dell' occhio, ove il nervo ottico, fattosi lievemente sporgente (papilla nervi optici), presenta orizzontalmente ed in linea trasversa una piega, da cui sembra tutta svolgersi la retina per finire all'ora serrata. In questo punto cessa lo strato granuloso, nè più rimangono vasi visibili, e se non vuolsi dire terminata la retina in questo punto, non si può ammettere altro che la continuazione della sola tela cellulosa della retina. Questa tela congiungente finissima s'inoltra immedesimandosi colla jaloidea. Serve questa congiunzione a tenere dolcemente distesa la retina sulla concentrica jaloidea, cui minimamente non aderisce prima dell'ora serrata. Ciò è quanto m' insegnarono i miei studii pratici sulla retina. Ma al Lettore non ometterò di far conoscere le diverse opinioni altrui sì eruditamente raccolte [1] in una nota dell' Enciclopedia anatomica.

(1) Encyclopédie anatomique. Vol. V, pag. 656-57 :

Les opinions ont été très-partagées sur la terminaison de la rétine en devant. 1.° Elle cesse a peu près au milieu du corps vitré, suivant Vésale. (De corp. hum. fabric., lib. VII, c. 44) et Fallope (Instit. anat., p. 283) 2.° Elle cesse à l'ora serrata, d'après Verheyen, Diemerbroek (Anat., corp. hum., lib. III, c. 17) Morgagni (Epist. XVII, § 47) Albinus (Haller, Disp. Select., vol. VII, pag. 199, § 17) Zinn (loc. cit., p. 116). S.-T. Soëmmering (loc. cit., tab. V, fig. 5, 6) J.-F. Meckel, Rosenmuller, Rudolphi (Physiolog., II, 1, pag. 175). M.-J. Weber (dans Graefe's Journal, p. 599). Schlemm (Berlin. med. Warterbuch. art. Auge). Fraenzel (loc. cit., p. 55) Treviranus (Beitraege, p. 75), etc. 3.° Elle s'étend un peu au dessous de la couronne ciliaire, d'après Doellinger et Soëmmering fils. 4.° Elle va jusqu'à la capsule, à laquelle elle s'attache, selon Galien (De usu part., lib. X) Winslow (Traité de la tête, § 237). Lieutaud (Essais anat. II, pag. 141). Cassebohm (Method. sec, pag. 326). Haller (Prim. lineae, § DXV). D'après Ferrein, elle se divise en deux feuilles, qui entourent le cristallin et forment sa capsule. tandis que, selon Flandrin, ses fibres s'entrelacent avec celle de la choroïde. 5.° Sa partie la plus épaisse se termine à l'ora, une plus mince s'étend jusqu'au cristallin, sans s'y fixer d'après Wrisberg (Haller, Grundriss der Physiologie, § 457). A. Monro e Fyfe (Treat. of the brain, pag 95-99). Schneider (Das Ende der Ner-



Fig. 7.

Ben preparata la retina, e ritenuta ne' suoi rapporti naturali per l'unione colla jaloide, e di questa colla cristalloide, viene ad avere la figura qui annessa, allorchè bramandosi vedere di faccia la parte anteriore, levasi posteriormente il nervo e si pone su un piano orizzontale, perchè schiacciasi e perde la forma dell'occhio.

1. Lente.
2. Zona dello Zinn.
3. Linea serpentina corrispondente all'ora serrata.
4. Retina.

Staccando il corpo ciliare in un occhio assai fresco, e lavando poi ripetutamente con acqua la lente, la zona e la retina, si ottiene precisamente quanto dal vero è riprodotto in questa figura 7.

Nel centro del nervo ottico sta l'arteria detta centrale. Nel lato esterno di esso sulla piega retinica si trova la macchia gialla del Buzzi colla infossatura detta foro ceco dal Soëmmering. La piega e la macchia gialla presentano pochissimi vasi visibili. Per dimostrare queste parti ho tagliato in croce la retina. Vedi fig. 8, pag. 46.

La retina è un tessuto saliente in modo ineguale nell'interno dell'occhio; è un tessuto che offre una intersecazione ma-

venlant, pag. 19) R. Wagner (Heusinger's Zeitschrift, III, 358). Schoen, Heusinger et autres. Moi-même j'ai précisé davantage encore sa terminaison en montrant qu'elle revêt les sommets des procès ciliaires sur la limite de l'uvée et de la choroïde, et que, du moins chez l'embryon, elle ne forme pas là un bord libre, mais revient sur elle-même pour constituer une seconde lame. Toutes ses couches, ou quelques unes d'entre elles, se prolongent-elles au-de-là de l'ora? c'est une question sur la quelle l'Anatomie microscopique commence à répandre quelque jour, quoique les assertions de Valentin, Krause, Pappenheim, etc., ne s'accordent pas parfaitement ensemble.



Fig. 8.

nifestissima di vasi sanguigni; è un tessuto variamente impressionabile, secondo il maggiore o minore ammasso di sostanza nervea, che si frappone agli spazii vascolari ed alle maglie della sua finissima tela cellulare.

1. Nervo ottico coll' arteria centrale.
2. Piega retinica e macchia gialla.
3. Retina tagliata in croce.
4. Corpo ciliare continuo alla retina.

È di somma importanza nello studio della visione il determinare le regioni di maggiore o minore recettività della retina, ed i luoghi ove, non essendo più nervosa, non è più impressionabile.

1.° La regione eminentemente impressionabile, ossiopica, della retina è la macchia gialla e la piega retinica. Lo prova la più grande quantità di sostanza nervea, che qui esiste, il minore sviluppo della rete vascolare superficiale, e la sua diretta corrispondenza col centro del foro pupillare. Inoltre, l'apparato concentratore dei raggi luminosi costituito dalla lente composta convesso-convessa, risultante cioè dalla cornea, dall' umor acqueo, dalla lente, dall' umor vitreo, è così posta col suo asse da riportare l'apice del cono visuale alla macchia gialla.

2.° Regioni ambliopiche della retina sono tutte le laterali, superiori ed inferiori, ove la retina trovasi già notevolmente assottigliata, inframmezzata da moltissimi vasi, e dove non giungono che raggi luminosi sparpagliati e diffusi.

3.° Regioni amaurotiche sono il centro del nervo ottico, tutti i punti ove scorrono i rami maggiori dell' arteria centrale, e la così detta, da alcuni anatomici, zona ciliare della retina.

L'Anatomia dà a priori cognizione delle regioni amaurotiche. Mariotte seppe trovarne una coll'esperimento. Ponganst due dischi piccoli e bianchi sopra un fondo nero, orizzontale, ed alla distanza tra loro di tre a quattro pollici. Si chiuda l'occhio sinistro, e l'occhio destro si diriga verticalmente al di sopra del disco sinistro. La linea dei due occhi sia paralella a quella dei dischi. Se, mentre si guarda il disco sinistro, si vada rimovendo il capo e l'occhio aperto, allontanandosi od avvicinandosi alla verticale, si rinviene ad un punto in cui il disco destro non vedesi più, questo punto coincide coll'ingresso del nervo ottico entro la sclerotica, come dimostra il calcolo. Wolkmann ha più precisamente stabilito corrispondere la regione non impressionabile alla superficie della sezione dell'arteria centrale.

È indubitato che la retina è di ben varia impressionabilità. È insensibile ove la polpa nervea è spostata da ramificazioni sanguigne, e meno sensibile ove trovasi ridotta a quantità esilissima. È insensibile ove riducesi a sola cellulare.

Se confrontansi lo spessore e lo sviluppo della coroide e della retina, trovasi una opposta condizione fra queste due membrane dell'occhio. La coroide è nerissima, ripiegata, densa e molto sviluppata nella parte anteriore dell'occhio. La retina offre maggior spessore, maggior sostanza nervea, è ripiegata e sviluppata più che in altri punti, nel segmento posteriore. La coroidea finisce posteriormente all'ingiro del nervo ottico, e la retina manca anteriormente all'intorno del corpo ciliare.

L'Anatomia fa presentire che l'importanza per la visione della coroide, è più nella parte anteriore che nella posteriore, ove appunto trovasi l'eminente potere della retina.

L'Anatomia comparata sanziona ulteriormente la differenza che trovasi nella distribuzione e sviluppo delle due membrane interne dell'occhio, coroidea e retina.

La coroidea nei mammiferi presenta sempre nelle parti laterali ed anteriori uno strato di pigmento nero. All'invece, il fondo della coroidea non ne presenta che qualche traccia appena. Nei carnivori, nei ruminanti, nei pachidermi, nei solipedi, nei cetacei presenta la coroidea dei vivi e brillanti colori dalla parte posteriore e laterale dell'occhio rimpetto all'ingresso del nervo ottico, che chiamasi tappeto.

I processi ciliari sono molto sviluppati nei mammiferi, e si convertono in vere frangie nel bue e nel cavallo. Come nei mammiferi in genere è molto sviluppato tutto il corpo ciliare.

L'uvea è sempre una parte coperta da molto pigmento. Nei mammiferi la retina finisce colla sua tessitura veramente nervea alla base del corpo ciliare. Questo fatto fu ben visto anche dal Carus (1).

La coroide negli uccelli è abbondantemente coperta di pigmento nero. Ove incontra anteriormente l'anello osseo, si divide in due lamine; coll'esterna aderisce alla sclerotica, coll'interna più grossa forma molte pieghe a raggi tortuosi, che finiscono anteriormente con un bordo leggiermente rialzato. Questa parte che rappresenta il corpo ciliare non è coperta dalla retina.

È rimarchevole negli uccelli, che i vasi centrali penetrati nell'occhio si riuniscono in una membrana nerastra, quadrangolare, e graziosamente increspata, che portasi entro il corpo vitreo fino alla capsula della lente cristallina, che porta il nome di borsa nera, o pettine.

(1) Traité élémentaire d'Anatomie comparée, par C. G. Carus. Traduit de l'allemand par J. L. Jourdan. Paris, 1835. Tom. 1, pag. 515:

Il est à rémarquer, qu'à l'instar de ce qu'on observe dans beaucoup d'oiseaux, à la rétine des carnivores et de certaines rongeurs ne dépasse point la moitié posterieur de l'œil, ce qui tient à la largeur du corps ciliaire chez les premières et de l'iris chez les autres.

Nei rettili la coroidea ripiegasi anteriormente verso l'asse dell'occhio e diventa iride, o con un colore splendente uniforme verdognolo, oscuro, d'oro, o con colore diverso, come nei serpenti, ove la parte inferiore è di un bruno carico, e la superiore gialla. Mancano in quasi tutti i rettili i processi ciliari.

Il nervo ottico, traforata la sclerotica, forma una piastra rotonda che, distendendosi, produce la retina. Scorrono i vasi sanguigni centrali tra le pieghe che presenta in questi animali il nervo ottico, e passano dall'origine della retina al corpo vitreo, che nei rettili è piccolissimo.

Nei pesci la coroidea ha tre strati che possono separarsi l'uno dall'altro. L'esterno molto resistente ha un colore brillante argentino; l'interno è nero, molle e coperto di pigmento nero nella sua faccia concava, e concorre collo strato esterno a formare l'iride, che nel davanti è di bel colore splendente metallico, e posteriormente ha un'uvea ben nera. Fra queste due membrane si trova all'intorno del nervo ottico una massa rossigna, che sembra di tessitura ghiandolare e che dicesi appunto dai naturalisti ghiandola coroidea. Dal suo margine esterno sorge un prolungamento vascolare (membrana vasculosa Halleri).

I processi ciliari mancano ai pesci ossei, ma sono suppliti fino ad un certo punto da un tessuto vascolare che va alla capsula della lente, quale prolungamento falciforme. Haller ritrovò nel prolungamento falciforme un piccolo corpo piriforme che chiamò *campanula*.

Il nervo ottico penetra nell'occhio, colla forma di un piccolo disco rotondo. Dal suo centro partono i vasi della retina che si espandono sopra il corpo vitreo, che formano alla sua estremità una corona vascolare. La retina dividesi nei pesci in due paginette, l'interna fibrosa, non fibrosa l'esterna e finisce alla periferia dell'uvea.

In tutti i vertebrati si verifica l'opposizione dello sviluppo della coroide e della retina; cioè essere la parte anteriore dell'occhio, ove trovasi l'uvea, la parte nerissima di quella; e la parte posteriore ed il fondo, il luogo da dove deve dispiegarsi la retina per arrivare alla metà anteriore ove finisce molto assottigliata. Anche negli animali inferiori si trova una distribuzione analoga.

Mueller fece un prezioso lavoro sugli occhi degli animali delle classi inferiori, e ne dà la distinzione in occhi semplici, occhi a mosaico ed occhi a mezzi rifrangenti e collettori della luce (1).

Riguardo agli occhi i più semplici, o punti oculari dei vermi e degli animali inferiori, poco si può dire sulla tessitura, e poco sul vero servizio che prestano agli animali cui appartengono, se cioè distinguono qualche cosa più che il giorno e la notte, e luce da tenebre. Gli occhi degli insetti e dei crostacei offrono già mezzi trasparenti ed isolatori della luce. Negli aracnidi gli occhi sono costruiti sullo stesso principio di quelli dell'uomo e degli animali vertebrati. Dietro alla cornea si trova una lente cristallina sferica, e dietro questa un corpo vitreo. La coroide forma un anello nero all'intorno della lente. I molluschi, e principalmente i gasteropodi presentano ad occhio nudo dei punti neri; in generale essi hanno una coroide che forma un cingolo al davanti, un umore cristallino e un corpo vitreo. Gli occhi dei cefalopodi contengono tutte le parti essenziali degli occhi degli animali superiori, non esclusa l'iride ed il corpo ciliare.

(1) Mueller, Manuel de physiologie. Paris 1851. Tom. II, pag. 307.

OSSERVAZIONI FISICHE

Storia, prove ed esposizione della finora ammessa teoria sulla visione.

Senza argomenti, senza esperienze per sè stesse evidenti, non sarebbe arrivata mai la Fisica a persuadere a' suoi cultori, ai metafisici, ai fisiologi e ad ogni persona colta, che noi vediamo per mezzo di una imagine dipinta capovolta nell' occhio nostro; perchè ogni uomo conosce che i proprii sensi sono in armonia cogli oggetti che li impressionano ed in modo da servirgli di guida fedele ne' suoi atti e ne' suoi giudizii. Fino oltre alla metà del secolo XVI nessuno sospettava nemmeno che l'occhio non fosse direttamente impressionato dai raggi luminosi, e che diritta ne fosse l' imagine. Anzi, lo stesso riformatore dell'ottica moderna, il siciliano Maurolico riteneva affatto contrario alla natura il pingersi capovolti gli oggetti nell'occhio (1). « Quod natura abhorruit... (cioè che la lente cristallina sia una sfera perfetta) ne idola ob radiorum sectionem inversa rapræsentarentur ».

In quel secolo Leonardo da Vinci ed il napoletano Giovanni Battista Porta osservarono, ciascuno separatamente, un fatto che aprì la carriera alla nuova teoria fisica della visione eccitata da imagine capovolta. Quando esiste un piccolo foro nell' imposta della finestra di una camera ben chiusa, tutti gli oggetti esterni, i raggi de' quali arrivano a penetrare quel pertugio, si pingono sul muro della camera chiaramente capovolti.

(1) Theoremata de lumine et umbra diaphanorum, 1575.

Sospettò Leonardo da Vinci, che al foro dell' imposta potesse paragonarsi il foro della pupilla dell'occhio, e che quindi noi vedessimo per una impressione fatta sulla nostra retina a rovescio.

Porta, sorpreso dal fenomeno degli oggetti dipingentisi capovolti nella camera oscura, lo studiò ed insegnò il mezzo di rendere questa rappresentazione più distinta, mettendo al foro della finestra un vetro lenticolare, il di cui fuoco fosse alla giusta distanza della muraglia, o di qualche altro fondo bianco. Così venne la scoperta della camera oscura portatile. In questa macchina ottica l'essenziale è un vetro lenticolare, che ha il suo fuoco sopra un fondo bianco situato in un luogo oscuro. La nostra lente cristallina potè sembrare al Porta la lente della sua camera oscura.

Però, il fondatore della teoria sulla visione, ora in istima, fu Kepler (1): « Visio fit per picturam rei visibilis ad album retinæ, et cavum parietem, et quæ foris dextera ad sinistrum parietis latus, sinistra ad dexterum, supera ad inferum, infera ad superum depinguntur. L'esperimento coll'occhio di bue preparato in modo, che tolto lo strato opaco posteriore possano raccogliersi i raggi luminosi sopra una parete bianca posteriormente, e che dà per risultato una imagine capovolta, è un grandissimo appoggio di questa teoria. A ragione questo esperimento scosse i contemporanei di Kepler, che ben presto venne riconosciuto e proclamato scopritore di una verità novella. E la visione per mezzo dell' imagine capovolta si ritenne a poco a poco come un fatto esperimentale inappellabile.

Verdu e Lecat (2) per provare che l' imagine degli oggetti

(1) Ad vitellionem paralipomena quibus astronomiæ pars optica traditur. Francofort. 1604 pag. 107.

(2) Traité de l'usage des parties. Paris 1698.

è capovolta nell'occhio, si servirono di un apparecchio sferico, in cui la cornea ed il cristallino erano rappresentati da vetri simili a questi corpi, ed a luogo degli umori acqueo e vitreo vi posero dell' acqua. Fecero in una parola un occhio artificiale, istromento riconfermatore della verità dell' esperimento coll' occhio di bue e della teoria Kepleriana.

Magendie indicò un esperimento più semplice (2) e, se vuolsi, più forte ancora. Consiste nell' osservare la parete posteriore dell'occhio degli animali albini, in cui senz' alcuna preparazione vedesi pinta capovolta chiarissimamente la fiammella, o l' ombra del corpo che si pone avanti dell' occhio.

Lo stesso autore aggiunse forza a forza e sempre in via esperimentale. Aprì un foro nella sclerotica anteriormente vicino al legamento ciliare, ed espose l' occhio così preparato alla luce di una finestra bene illuminata, e riguardando dal foro artificiale della sclerotica nel fondo dell'occhio, vide l' imagine del contorno della finestra manifestamente capovolta.

È un fatto che l' imagine, dietro la trasparente sclerotica degli occhi albini, si vede capovolta.

È un fatto che osservando dalla parte anteriore nel fondo dell' occhio, vedesi l' imagine chiaramente capovolta.

La teoria adunque, per generale consenso ammessa, ha prove che sentono dell'evidenza; ma v' ha di più. I mezzi trasparenti che sono nell' occhio e posti avanti alla retina formano una lente convesso-convessa. Ora è proprietà caratteristica delle lenti convesso-convesse di raccogliere i raggi, d'incrocicchiarli, e di rendere così dietro di sè una imagine capovolta, dunque, anche in virtù della lente convesso-convessa anteposta alla retina, l' imagine deve arrivarvi capovolta. Così le leggi

(1) Précis élementaire de physiologie, 1856, tom. I, pag. 78.

della diottrica si uniscono e concorrono col peso della loro incontrastabile verità a sanzionare la scoperta e la dottrina di Kepler.

I raggi luminosi, passando da un mezzo meno denso ad uno di densità maggiore, si rifrangono in modo da convergere alla perpendicolare. Passando dall' aria alla cornea, deggiono i raggi obbliqui farsi convergenti per l' enunciata legge di diottrica. La convergenza è maggiore se la superficie del mezzo più denso è convessa, la cornea è convessa; dunque essa deve influire vieppiù a piegare i raggi all' incontro della perpendicolare per questa seconda legge della diottrica. La convergenza dei raggi rifratti è ancor maggiore se la natura chimica del mezzo che incontrano presenta predominio di principii infiammabili; di sostanze infiammabili è composta la cornea; dunque, anche per questa terza legge i raggi che entrano per la cornea trasparente deggiono farsi maggiormente convergenti. Poca è la divergenza che devono presentare nell'incontro dell'acqueo, sortendo dalla cornea, come si può arguire dal confronto dei rapporti fisici della cornea e dall'umore acqueo; ma ammessa anche che sia questa deviazione dei raggi di qualche entità, viene ben tosto annullata dalla forza eminentemente convergente della lenta cristallina. Sortono poi i raggi dalla lente per soffrire la divergenza operata su loro dalla minor densità del vitreo e dalla sua forma. Per tutte queste cose la considerazione delle leggi della diottrica e l' applicazione di esse all' occhio, suggerì ai fisici la figura ideale, che qui riporto dal Brisson (1) colla sua spiegazione.

(1) Brisson. Trattato Elementare di Fisica. Venezia 1800, pag. 297-299.

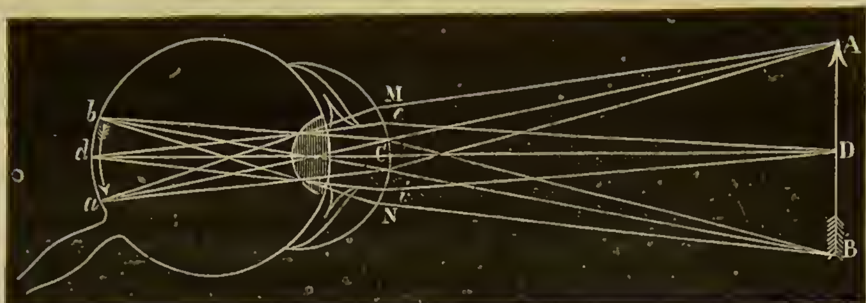


Fig. 9.

Si supponga la freccia A B D che tramandi da ciascuno dei suoi punti illuminati dalle piramidi di luce A M C, D*ei*, B C N, sulla cornea trasparente M N; tutte queste piramidi s' incrociano alla pupilla C. Per maggior chiarezza non facciamo attenzione ad altro, che agli assi A C, C D, B C di queste piramidi, che sono raggi semplici. Il raggio D C arriverà sulla retina al punto D; il raggio A C arriverà sulla retina al punto *a*; il raggio B C arriverà al punto *b*. È evidente che i raggi che compongono la piramide D*ei*, soffriranno, attraversando gli umori dell' occhio, delle rifrazioni che li faranno precisamente al punto *d*, dove rappresenteranno l' imagine del mezzo della freccia; per ragioni simili i raggi che compongono la piramide A M C, soffrendo le stesse rifrazioni, andranno a convergere precisamente al punto *a*, dove rappresenteranno l' imagine della punta della freccia; e i raggi che compongono la piramide B C N andranno a convergere precisamente al punto *b*, dove rappresenteranno l' altra estremità della freccia. Sarà lo stesso di tutte le altre piramidi, che partendo da diversi punti illuminati dell' oggetto posti fra A e D, come ancora fra D e B, verranno ad appoggiare le loro basi sull' occhio; elleno andranno a convergere sulla retina, e a dipingervi l' imagine del punto dell' oggetto dal quale partono, in un ordine relativo a quello che osservano le due piramidi

estreme A M C, B C N, il che farà rappresentare l' imagine della freccia sulla retina in una situazione rovesciata.

Tutto dunque si unisce a stabilire la teoria di Kepler, l'osservazione, gli esperimenti, le leggi della diottrica e le teoretiche argomentazioni.

Principali dubbii che stanno contro l'esposta teoria.

La somma delle prove ora enumerate, è grave, ed il valore ne è tale da doversi dire, che a ragione si ritiene come verissima la teoria della visione insegnata dai fisici, e ripetuta ad unanimità dai fisiologi. Taccia d' impudente, o peggio, meriterebbe colui che intaccare volesse con riflessioni l'evidenza delle leggi dell'ottica, o la realtà degli esperimenti nel precedente paragrafo riferiti. Le leggi fisiche derivate dall' osservazione, e provate col calcolo e colle esperienze, sono immutabili, e lo saranno finchè il Creatore non muti la natura del nostro sistema planetario. Se io avanzo osservazioni ed esperimenti sulla vista, mirano queste, non già contro le leggi della Fisica, ma solamente contro l' applicazione di alcune di esse all'occhio. Poche circostanze trascurate, o sfuggite nell' atto dell' applicazione delle leggi fisiche ad un organo vivo, cangiano di certo le risultanze finali, e da precetti fisici verissimi ne viene una conclusione men vera o falsa. La probabilità che sia avvenuto nello stabilirsi la teoria Kepleriana appunto questo, sembrommi assai grande, ripassando in rivista alcuni insegnamenti della Fisica stessa sulla visione, ed alcune osservazioni fisiologiche e patologiche della vita dell'occhio.

1.° Trovo nei libri di Fisica e di Fisiologia, richiedersi alla visione che l'apice del cono visuale cada sulla retina. Ma se

ciò è, o nell'occhio non formasi imagine, o se vi ha, deve essere diritta; perchè è soltanto al di là dell'apice del cono visuale che ne viene incrociamento di raggi, ed allora solo è possibile una rappresentazione degli oggetti a rovescio.

2.° Avanti alla retina è collocata una lente convesso-convessa, una lente che concentra in un fuoco i raggi luminosi. Ma per una visione da operarsi da imagine capovolta, una lente di tal natura è inutile, se non vuolsi meglio dire dannosa.

3.° La Fisica insegna che le linee corrispondenti agli assi trapassano i mezzi pellucidi senza deviazione. Ora, tutto il meccanismo dell'occhio è diretto appunto a guidare sulla retina queste linee. Il movimento involontario dell'iride che stringesi eliminando i raggi che più si scostano dall'asse, quelli appunto che a maggior angolo s'incrociano; un'iride che si stringe riducendo quasi al solo fascio dell'asse tutti i raggi luminosi, sarebbe di danno alla visione, se questa dovesse essere prodotta da un'imagine capovolta.

4.° La retina non può paragonarsi al bianco e liscio tramezzo su cui si raccolgono le imagini nella camera oscura. La retina concava è di superficie ineguale; tiene nel centro una notevole piega, ivi ha un foro ceco; è coperta da ramificazioni vascolari che ne rendono interrotta la superficie; è dunque ben diversa della superficie piana ed eguale del sipario di quella macchina ottica.

5.° L'imagine sul fondo bianco di una macchina fisica si pinge nel senso della superficie. Scorrendo coll'occhio un oggetto esteso, i suoi diversi punti agiscono successivamente sulla stessa piccola porzione di retina, soprapponendosi, per così dire, in serie successiva nel medesimo luogo, e tuttavia acquistiamo col nostro occhio l'idea dell'imagine perfettamente distesa.

6.° Le macchie nel fondo dell'occhio veggonsi esattamente

ove esistono. Se la retina manda all'esterno in giusta posizione i raggi indicatori delle sue macchie, perchè riceverà essa l'imagine degli oggetti capovolta, essendo gli stessi mezzi rifrangenti che nell'uno e nell'altro caso trapassa la luce?

7.° Se i raggi luminosi sono incrociati troppo presto, l'imagine nell'occhio riescirà più grande; se l'incrociamento ha luogo in vicinanza alla retina, risulterà un'imagine piccolissima. Il vedere più grande o più piccolo dovrebbe essere il difetto dei miopi o dei presbiti, e non l'impossibilità di vedere fuori della distanza relativa alla loro visione netta.

8.° Haller (1) scrive queste importanti linee: « Difficilia hæc certe sunt, cum aliis in exemplis recte videamus, in aliis inversa, etc... A consuetudine tamen non esse certissimum videtur; nam pulli, quos citavimus, nuper de ovo nati ad cibum recto cursu properant, quem in vera tangibili terra quærunt, non in visibili terra quæ esset in aere. Sed etiam anser e directo ad ea, quæ quærit, volat et homines cæci nati obiecta non vident inversa quando nuper cateracta est deposita ».

Ma tutte queste obbiezioni sono cose troppo lievi in confronto alla forza degli esperimenti precedentemente riferiti. Gli esperimenti vogliono, per contrapposto, esperimenti. L'induzione teoretica resta inconcussa se non vengono a cadere gli esperimenti ed i fatti che ne costituiscono il fondamento.

Nel premesso sospetto, che piccole circostanze sfuggite fossero cagione di una meno esatta conclusione dedotta dall'applicazione delle leggi fisiche all'occhio, mi decisi a ritentare tutte le precitate esperienze, e di variarle il più che per me fosse possibile. Se non m'illudo, arrivai a conoscere in che appunto fosse avvenuta l'omissione, e come questi stessi esperimenti

(1) Elementa Physiologiæ, ediz. di Venezia. 1751. Tom. V. pag. 555.

diano mano a stabilire una teoria della visione ben diversa dalla presentemente accetta

I. Osservazione.

Sull' esperimento dell' imagine capovolta, allorchè i raggi luminosi passano da un foro rotondo.

Una lamina opaca, per esempio un foglio di carta bianca, pertugiata (in modo da risultarne un foro rotondo minore nel suo diametro della larghezza della fiamma della candela che si adopera per l'esperimento), dà, sopra una parete bianca opposta al foro, l' imagine della fiamma capovolta.

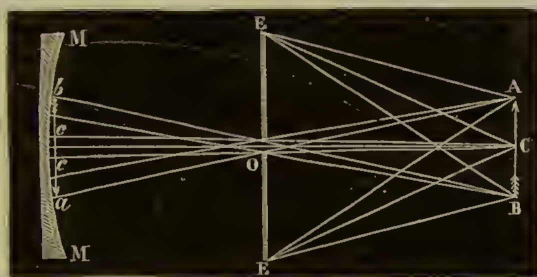


Fig. 10.

EE rappresenta la lamina opaca col piccolo foro O. ABC la fiamma che cade rovesciata in *abc* sul muro MM.

Questo è un esperimento facile e che riesce tanto più parlante, quanto più piccolo è il foro. L'apertura nel foglio di carta bianca, che adoperai nelle mie prove, era della dimensione di quattro millimetri. Il fenomeno però dell'imagine segnata capovolta non si ottiene sempre. Per ottenerlo bisogna aver riguardo, 1.° che il foglio che serve all' esperimento sia tenuto vicino alla fiamma, od a poca distanza da lei; 2.° deve essere alla distanza almeno di 30-40 millimetri dal muro, o dal piano su cui si riceve l' imagine.

Per vedere qual valore potesse meritare questo fatto fisico

nella sua applicazione alla pupilla viva (transigendo anche dall'essere la pupilla del nostro occhio in ben altre condizioni di un semplice foro giacchè tiene al davanti una lente convessa fatta dall'acqueo e dalla cornea), stabilii la distanza del foro al muro, simile a quella che passa tra la pupilla e la retina. Come pure stabilii di tenere il corpo luminoso alla distanza che si richiede alla netta e pura visione dell'occhio sano. La distanza del foro della pupilla è calcolata dai 18 ai 20 millimetri. Scelsi la distanza maggiore, 20 millimetri. La distanza per la netta e chiara visione valutasi dagli otto ai dieci pollici, ossia da 217-271 millimetri. Mi limitai alla sola distanza di 200 millimetri. Ho scelto la maggiore distanza della pupilla alla retina, e la minore relativamente a quella voluta alla chiara vista per scostarmi il meno che fosse possibile dalle condizioni favorevoli dall'esperimento posto in esame ed in cui l'imagine capovolta ingrandisce in ragione che il foro si avvicina alla fiamma, e che perciò si allontana dalla superficie, che deve ricevere l'imagine. Colla limitazione indicata delle due distanze non si ottiene più un'imagine capovolta, ma sul muro apparisce un bel disco di luce bianca purissima. Su questo disco figurasi perfettamente l'ombra dell'indicatore (1) che si move tra la fiamma ed il foro della carta. L'ombra segue fedele la direzione dell'oggetto che passa. I raggi obbliqui delle estremità della fiamma sono del tutto riflessi a questa distanza, non oltrepassano il foro che i raggi paralelli e centrali che, riuniti in un sol fascio, segnano quel bel disco bianco di luce.

Dunque, tenuto calcolo delle giuste distanze, questo esperi-

(1) Chiamo indicatore un filo lineare del diametro di tre millimetri che faccio passare o dall'alto al basso, o da destra a sinistra, secondo la qualità degli esperimenti, tra il corpo luminoso e gli oggetti su' quali studio i fenomeni della luce.

mento, a luogo di provare la verità della teoria della visione operata da imagine capovolta nell'occhio, dimostra piuttosto che la pupilla, considerata anche qual semplice foro, serve a portare sulla retina un puro disco di luce diretta.

II. Osservazione.

Importanza di tener calcolo tanto della distanza, che naturalmente è posta tra la superficie esterna della cornea e la retina, quanto di quella che, per la chiara visione di un occhio sano, è necessario che esista tra la cornea e l'oggetto, negli esperimenti che si fanno, onde dedurre conseguenze applicabili alla spiegazione della vista.

Insegna l' esperimento (1) di una lamina con piccolo pertugio esposta alla fiamma di una candela, quanto varia risultanza ne venga, quando la lamina forata è posta in vicinanza alla fiamma e lontana dalla parte bianca su cui si raccoglie l'imagine, d' allora che venga situata distante dalla fiamma e vicina alla parete. Ma un altro esperimento dimostra più chiaramente la necessità di non ommettere, negli esperimenti fatti per ispiegare la visione, d'imitare la distanza che esiste tra la superficie esterna della cornea e la retina (asse del cono visuale), siccome anche quella che richiedesi per la chiara visione di un occhio sano tra l' occhio e l'oggetto da vedersi (asse del cono obbiettivo). Prendasi una lente convesso-convessa a piacere della forma di quelle che, incastonate in cerchiello nero, soglionsi usare nelle comuni inspezioni di piccoli oggetti, che non esigono molto ingrandimento. In luogo

(1) Vedi Osservazione I., pag. 59.

oscuro si tenga la lente paralellamente tra la fiamma della candela ed una muraglia bianca. Si passi l'indicatore tra la fiamma e la lente; l'imagine o l'ombra che segnasi sul muro presenta le più grandi differenze non solo nella grandezza, ma anche nella posizione. Dietro la lente l'imagine è diritta, se tiensi la lente in modo che il muro sia tra il foco di essa e la sua superficie posteriore. Fassi invisibile nel foco, e riesce capovolta al di là del foco. La figura qui unita è copia fedele del fatto

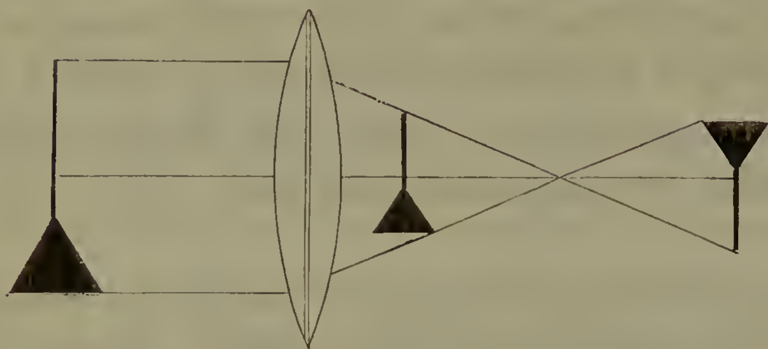


Fig. 11.

annunciato, che ciascuno può verificare colla massima facilità. Armando l'indicatore con un triangoletto opaco avente la base all'insù, si può meglio calcolare nel passare dall'alto al basso l'indicatore tra la fiamma e la lente, non solo la retta, o capovolta figura, ma anche la sua grandezza e la sua maggiore o minore purezza, secondo che si avvicina o si allontana la fiamma dalla lente. È inutile il soggiungere, che se a luogo di una lente convesso-convessa di vetro, si adopera la lente presa dall'occhio di un animale, il fenomeno è perfettamente simile e mutabile esattamente secondo le indicate condizioni. La risultanza non è dissimile se prendasi un occhio d'uomo, e si prepari così che la parte posteriore sia privata di sclerotica, di coroide e di retina; raccolto in una macchinetta, che ne conservi la forma senza pressione, e lasci facil-

mente esporre l'occhio così preparato alla luce sicchè questa liberamente lo trapassi, si ottiene identico risultato. Avverto che la distanza focale è piccolissima, e si esige un po' di diligenza nell'esperimento fatto coll'occhio preparato, che è una vera lente biconvessa con minima distanza focale.

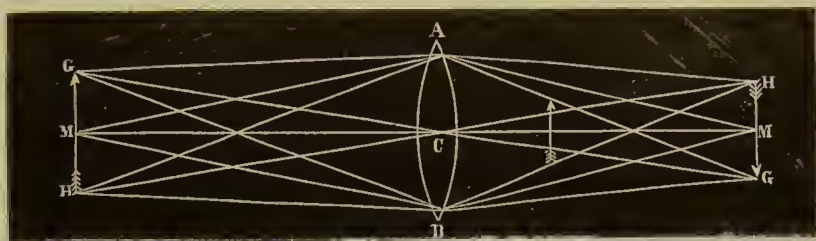


Fig. 12.

L'unita figura, con cui nei libri di Fisica e di Fisiologia si fa rilevare giustamente che la freccia GMH in forza della virtù rifrangente della lente AB deve pingersi capovolta, ha l'omissione del fatto, che prima dell'incrociarsi dei raggi nel foco della lente, la freccia GMH, anche posteriormente alla lente, è ancora diritta sebbene impiccolita, come vedesi nella freccia aggiunta senza lettera. Si riduce accostandosi al foco a dimensione microscopica, diviene per un istante impercettibile, per ingrandire poscia progressivamente in ragione che si scosta dal foco. L'incrociamento dei raggi al centro C della lente, e segnato nella figura, non diventa valutabile nell'esperimento.

Gli esperimenti della lamina pertugiata, e quelli fatti colle lenti convesse, stabiliscono l'assoluta necessità, onde arrivare al vero nella spiegazione della vista, che non si ometta mai negli esperimenti di tenere scrupoloso calcolo delle distanze accennate, essendo essa produttrice della più grande varietà di risultanza negli esperimenti.

III. Osservazione.

Sull'applicazione fatta del fenomeno della camera oscura all'occhio.

L'occhio, come la camera oscura, ha un piccolo e rotondo foro (pupilla) per cui entrano i raggi luminosi, armato di lente convesso-convessa, come appunto nella camera oscura, dunque deve presentare nel suo fondo capovolta l'imagine come avviene in quella macchina ottica, le cui parti essenziali sono appunto una cavità oscura, una lente convessa, un foro rotondo.

Il fatto della camera oscura è verissimo, ma l'applicazione all'occhio non è giusta.

Sebbene l'occhio sia nel suo interno una cavità chiusa ed oscura, ed in ciò paragonabile alla citata macchina ottica, pure trovasi in condizioni tali da non potersi spiegare con quella i fenomeni, che in esso osservansi. Poniamo l'occhio intieramente vuoto d'umori, e privo di cornea. Sussista la sola pupilla coll'iride nella sua normale posizione. Questa impedisce che l'imagine si pinga capovolta, perchè ribatte i raggi obbliqui molto divergenti, non permette passaggio, che ai raggi di un fascio centrale a lei, e stante la sua larghezza di pochi millimetri, e la sua distanza di soli 18 o 28 millimetri dalla retina, non permette che venga a cadere altro su quella che un disco rotondo di luce bianca eguale al lume della pupilla. Questa proposizione deriva per fisica conseguenza da quanto ho dimostrato esperimentalmente nell'Osservazione I.

Nella camera chiusa che insegnò la camera oscura portatile, il foro solo produceva il capovolgimento della figura sulle

muraglie; nell'occhio all'invece si è la pupilla che impedisce questo fenomeno.

Se a luogo di ridurre l'occhio alla condizione della camera oscura senza lente, si vuole paragonare alla camera oscura portatile, ossia con lente, si cade ancora in errore; perchè le condizioni fisiche che sono nell'occhio, differiscono grandemente da quelle della camera oscura.

In fatti, quale è mai la parte dell'occhio che è da ritenersi rappresentante la lente della camera oscura? Due supposizioni possono farsi; o quest'ufficio è proprio della sola lente cristallina, lente biconvessa; oppure l'ufficio della lente della camera oscura è proprio della lente convesso-convessa, che formano tutte unite le parti pellucide dell'occhio anteposte alla retina. Or bene, e l'una e l'altra di queste supposizioni è inammissibile.

È inammissibile la prima, perchè la pratica di tutti i tempi della chirurgia oculistica dà una prova contraria che non ammette risposta. L'oculista estrae nei catarattosi la lente, o la toglie smuovendola dalla sua posizione, l'infossa negli umori più tenui dell'occhio, ove rotta, ammollita, scompare per assorbimento e si riproduce mai più. Guarito l'operato vede gli oggetti diritti e nel regolare loro rapporto, come quelli che sono forniti di lente cristallina. Se alla visione fosse necessario il capovolgimento dell'imagine, e questo fosse operato dalla lente cristallina, mancando essa, gli oggetti dovrebbero pingersi diritti, ed il guarito vedrebbe gli oggetti capovolti. Il che non essendo, è evidente l'inammissibilità della supposizione, che la lente cristallina sia l'equivalente di quella che ponesi alla camera oscura.

Parimenti inammissibile è la seconda supposizione. La lente convesso-convessa ha una distanza focale che esige, onde ne

venga capovolgimento dell' imagine, una data distanza del tramezzo bianco dalla lente; nell'occhio, se prendesi cumulativamente tutto il corpo trasparente biconvesso anteposto alla retina, come facente funzione della lente della camera oscura, vi troviamo mancanza del voluto spazio al capovolgimento dell'imagine, perchè la retina abbraccia immediatamente, e per massima parte, l'ammasso pellucido a lei anteposto, dunque non può questo portarvi una imagine capovolta.

Chi volesse asserire, che è tale la natura e la forma della lente biconvessa, che quell' ammasso di parti molli e fluide costituisce, d'avere il fuoco nel di lei interno, si troverebbe nell' impossibilità di darne la dimostrazione. Perchè, tolta tutta la parte posteriore opaca dell'occhio, sicchè il limite posteriore sia formato dalla jaloide e convertito l'occhio in una lente biconvessa, ha la distanza focale di alcuni millimetri dietro di sè (1).

Dunque è inammissibile anche la seconda supposizione, che cioè la lente biconvessa risultante dall' insieme di tutte le parti trasparenti dell' occhio abbia a ritenersi qual lente destinata all'ufficio di quella che ponesi alla camera oscura.

Queste riflessioni conducono alla conclusione, che, volendo ritenere l' occhio, anche qual semplice macchina d'ottica, non può confondersi colla camera oscura; e quindi a lui non sono applicabili le deduzioni che da questa se ne possono fare.

(1) Vedi Osservazione II, pag. 64.

IV. Osservazione.

Sull'occhio artificiale.

L'occhio artificiale di Verdu e Lecat è un istrumento grossolano ed oramai dimentico. Ma, ricostruito anche meglio, non può dare che una prova contraria alla visione spiegata per mezzo di imagine capovolta nel fondo dell'occhio.

Io mi procurai una lente oblunga acromatica della lunghezza di millimetri 19 colle curve anteriori e posteriori corrispondenti alle curve della superficie anteriore del cristallino, e della posteriore del vitreo; la rinchiusi in una armatura d'ottone con viti e manico, sicchè comodamente potessi maneggiarla e porre sulla lente li stratarelli di carta occorrenti. Posi nella parte posteriore una carta bianca, sicchè rappresentasse la retina, e così anteriormente una carta nera con un foro centrale di 4 millimetri, che rappresenta la pupilla coll'iride. Alla distanza dalla carta nera di 6 millimetri vi collocai un vetro ricurvo alla foggia della cornea, ed avviluppai la parte anteriore di questa macchinetta con uno strato di seta nero assai fitto, che fa le parti di palpebre artificiali, avendo nel mezzo, in corrispondenza alla finta pupilla, un' apertura che corrisponde all'apertura ordinaria delle palpebre. In una parola, feci un occhio artificiale che si avvicina alquanto ai rapporti fisici dell'occhio umano.

Nella usata distanza di millimetri 200 dalla candela opposta alla pupilla di quest'occhio artificiale, veniva mandata luce nell'interno, che segnavasi posteriormente sulla carta bianca con un disco rotondo di luce bianca e pura del diametro equivalente a quello della finta pupilla. L'indicatore segnava

esatto il suo passaggio con una striscia nera pura e perfetta. Scambiata la distanza e posto l'occhio artificiale a due pollici soltanto della fiamma, la viddi rovesciata posteriormente, e l'indicatore dava analoga risultanza, cioè sembrava salire quando lo faceva scorrere verso il basso e viceversa, ed aveva ombra confusa quando era mosso da un lato verso l'altro.

La conclusione anche da questo esperimento è chiara ed evidente. Nella distanza voluta per la chiara visione, l'imagine nella finta retina risulta diritta; ma tenuto l'occhio artificiale in distanza minore del giusto, per esempio di soli 50 millimetri della fiamma, dà l'imagine capovolta. L'esperimento dunque coll'occhio artificiale dimostra, che ove non si ometta il calcolo della giusta distanza, l'imagine sul tramezzo bianco è diritta.

V. Osservazione.

Sull'esperimento, in cui si rimarca nel fondo dell'occhio l'imagine capovolta.

Se staccasi, come insegnò Magendie, nella parte anteriore superiore della sclerotica una porzione delle pareti dell'occhio, sicchè sia concesso il vedervi per entro, e poi si esponga quest'occhio preparato alla luce di illuminata finestra, vedesi nel fondo dipinta la finestra capovolta. Da questo esperimento venne ulteriormente rinfrancata la generale credenza della visione prodotta per l'imagine dipinta negli occhi capovolta. Ma anche la conclusione da questo sperimento non è esatta; essa pure ha il suo lato debole. Non si tenne calcolo della legge della cattotrica, che sancisce esservi inversione delle imagini nelle lenti concave, allorquando l'oggetto di cui si riflette l'ima-

gine è posto al davanti del foco, o nel loro foco. L' imagine formata da raggi riflessi vedesi subito al di là del foco che si verifica alla distanza che eguaglia la metà del raggio della concavità dello specchio. Dietro questa legge, si avrà nell' occhio preparato nel modo surriferito, sempre una imagine capovolta riguardando da un' apertura fatta alla parte anteriore; perchè la lunghezza dell' asse visuale è di 18 a 20 millimetri, ed il raggio della concavità del fondo dell'occhio è valutato dalli 10 agli 11 millimetri. Dunque nell' interno apparirà certamente l' imagine capovolta. Ma la conclusione da questo esperimento alla ragione della visione è inesatta. Si vedono i raggi riflessi e si giudicano per quelli che producono la sensazione della vista. Per venire legittimamente a questa conclusione, bisogna premettere la dimostrazione che siano questi raggi riflessi gli eccitatori della vista; ciò che appunto non è, come dimostrerò nell' Osservazione seguente.

L' esperimento di Magendie conferma la ricordata legge di cattotrica e nulla più.

Il professore Paolo Dell'Acqua aggiunse, per così dire, evidenza ad evidenza (1). Per via esperimentale e di esclusione provò che nell'occhio di bue ed umano, preparati nel suddetto modo, l'imagine capovolta si pinge nel fondo dell'occhio indipendentemente dall' umor cristallino, dalla pupilla e dall'umor vitreo. Non la produce l' umor cristallino, perchè reclinato coll'ago da cataratta, il fenomeno dell' inversione dell'imagine riesce eguale di quando la lente è nella sua naturale posizione. Non è causa del fenomeno la pupilla, perchè tolta tutta l' iride, l'imagine vedesi ancora capovolta. Nè del fatto è cagione l'umor vitreo, perchè, tagliato per metà il globo dell'oc-

(1) Vedi gli Annali Universali di Medicina, Vol. 69, pag. 524.

chio e tolto il vitreo, si ha ugualmente nel fondo dell'occhio l'imagine rovesciata.

VI. Osservazione.

Sugli esperimenti fatti cogli occhi di bue preparati colla esportazione della parte opaca posteriore, e cogli occhi intieri degli animali albini.

Eccomi al fatto fisico il più imponente, all'esperimento che arresta sorpreso chi l'osserva e che obbliga, anche non volendo, a conchiudere: dunque vediamo realmente per mezzo di una imagine capovolta.

Kepler osserva in un occhio di bue, cui fu levato posteriormente sclerotica e coroidea, capovolta l'imagine della fiamma e di tutti gli oggetti che si fanno passare avanti alla morta pupilla. Colpito dal fatto fonda la nuova teoria. Si ripetono dai contemporanei e dalle generazioni successe la preparazione e gli esperimenti sugli occhi di animali di specie diverse; ed a tutti presentasi sempre chiara distinta e di una bellezza singolare, l'inversione dell'imagine designata sulla retina, sia della fiamma, che dei corpi, che tra l'occhio e la fiamma si passano da un lato all'altro, o dall'alto al basso.

Onde agevolare questo esperimento, uso di una macchinetta fatta di latta e di grandezza adattata al volume degli occhi preparati. È questa una scatoletta a due parti di quasi uguale altezza, la più larga delle quali e che serve di coperchio ha unito un piccolo manico. L'una delle superficie piane e parallelle ha un foro corrispondente alla grandezza della cornea dell'occhio, che si usa per l'esperimento, nell'altra lascio formare un'apertura più grande per estendere maggiormente la superficie da osservarsi.

L'esperimento è di una somma facilità. Una finestra, una candela, un corpo illuminato qualunque a grandezza e distanza conveniente, si pingono nell'occhio preparato con imagine impiccolita capovolta, distintissima.

Chi volesse una preparazione di nissuna difficoltà, levi un occhio da un coniglio bianco; questo appena depurato dalle frangie celullari, dà all'osservatore la prova provata dell'imagine capovolta quantunque abbia tutte le sue tonache intatte.

Eppure chi si affida a questi esperimenti, e conchiude con Kepler: dunque vediamo per l'impressione d'una imagine capovolta, s'illude. S'illude? Sì. Così francamente posso affermare all'appoggio de' miei esperimenti.

L'occhio d'uomo o di qualsiasi animale superiore preparato nel modo sopra indicato, come gli occhi degli albini, presentano un corpo pellucido ripieno di umori ancora più trasparenti ed i raggi luminosi trascorrono dall'una all'altra superficie sferica di quest'occhio e vi pingono una imagine a rovescio.

L'imagine capovolta che vedesi nella parte posteriore, è dessa formata per deviazione dei raggi luminosi operata dalla cornea, dalla pupilla, dalla lente, dal vitreo? Dall'una, o dall'altra di queste parti? o da tutte insieme? oppure è dipendente dalla sola concavità della sfera pellucida?

Queste sono le dimande che feci a me quando ripeteva l'esperimento fondamentale della teoria di Kepler, e mi posi a ricercare la risposta di ciascun quesito cogli esperimenti.

Gli esperimenti tentati con sfere pellucide ripiene di molti e differenti mezzi trasparenti furono in buon numero ed assai variati, e mi diedero la certezza, che l'imagine capovolta è opera della forma sferica delle parti dell'occhio e della imperfetta trasparenza di alcune di esse. Credo inutile numerare tutti

i diversi tentativi da me fatti all'uopo; dirò solo, che volendo preferire sempre i più semplici, riferisco qui unicamente i semplicissimi.

1.° Non producono il capovolgimento dei raggi luminosi, nè separatamente nè unitamente le parti pellucide dell'occhio. Lo provano gli esperimenti riferiti nell'Osservazione quinta, nella quale è dimostrato che la sola concavità dell'occhio, siccome specchio concavo, produce l'imagine capovolta per raggi riflessi. Ma tolte le parti che fanno dell'occhio uno specchio concavo, le parti cioè opache, esso viene ad essere una lente biconvessa. E come tale può ancora la sola forma essere causa di questo fenomeno? Sì certamente. Eccone gli esperimenti di prova.

2.° Si prenda una sferoide di vetro, ripiena solo d'aria, si esponga in una camera oscura ad una candela accesa alla distanza di alcuni pollici, e si vedrà chiaramente nella parte esterna convessa una piccola imaginetta diritta, chiara, più piccola della fiammella; e così deve essere, perchè la Fisica insegna, che uno specchio convesso rende una imagine piccola, chiara, diritta e più vicina allo specchio, di quello che non sia l'oggetto.

Qualcuno meno forte nelle cose fisiche dirà: Come confonde l'autore uno specchio convesso con una lente convessa! Prego di osservare che una lente, per diafana che sia, risulta sempre di particelle che riflettono parte di luce, per cui divengono visibili, e per cui, strato per strato possono paragonarsi ad un debolissimo specchio; ma, sommando tutte le riflessioni dei raggi, ne risulta uno specchio sufficiente. Tutti sanno che lo specchio comunissimo è l'acqua, che, limpida ed in sottile strato, è trasparentissima. Dunque la prima imaginetta dritta che vedesi nella sferoide di vetro presa per l'esperimento, è effetto di riflessione di raggi.

i raggi che passano nell'interno, urtano contro l'altra parete pel vetro, che, essendo concava, dovrebbe riflettere una imagine capovolta e piccola, per legge di cattotrica, e la rende in fatti l'esperimento. Il vetro adunque produce da solo quelle due imagini, l'una dritta, e l'altra capovolta colle sue curvature.

5.° Chi volesse maggior prova, prenda un vaso sferoidale tronco superiormente, vi intrometta una lamina piana di vetro, ed avrà,

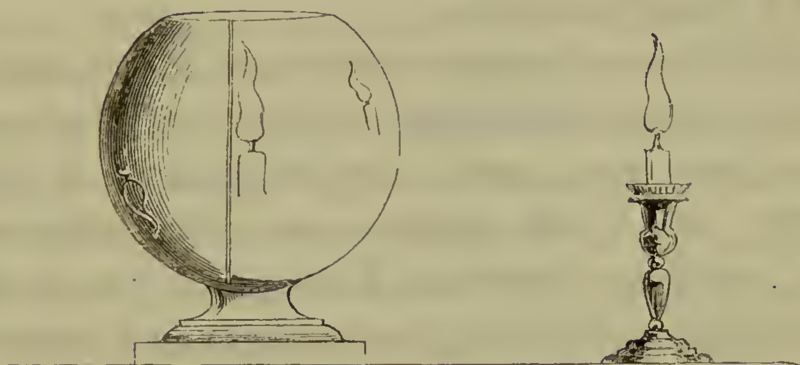


Fig. 15.

1.° una piccola figura capovolta nella parte sferica anteriore, 2.° una imagine diritta grande quanto l'oggetto, ed alla distanza apparente dietro al vetro eguale a quella reale esistente tra il vetro e la candela (1), 3.° un'altra imaginetta piccola capovolta nella parete concava posteriore del vaso che serve all'esperimento. L'impermeabilità delle particelle componenti il vaso, produce la riflessione costituente la prima figura; i raggi penetrati più oltre vengono riflessi ancora in parte dalla lamina piana a norma delle leggi delli specchi piani; altri raggi vanno ad incontrare la parete concava, e formano

(1) Nella figura ho fatto incidere all'innanzi del tramezzo piano di vetro la figura riflessa a luogo di indicarla posteriormente, come apparisce nell'esperimento, volendo accennare il punto di riflessione sul vetro piano.

riflessi l'imagine secondo le leggi degli specchi concavi. Ciascuno dei residui dei raggi oltrepassa il vaso, e corre avanzandosi sempre in linea retta come insegna l'ottica.

Questi due esperimenti provano che i corpi pellucidi presentano un bel giuoco di riflessione, e che la sola forma curva o piana delle pareti basta alla produzione delle imagini, che sul vetro si riscontrano. Così l'occhio colla sua cornea trasparente convessa presenta la piccola imagine diritta, che vedesi negli occhi delle persone cui si guarda, e colla sua concavità dà l'imagine capovolta.

4.° Che la cosa sia realmente come esposi nei due esperimenti lo dimostra, seppure abbisogna ancora prova, l'osservazione che posto quel vaso o quella sfera tra l'occhio e la candela, non vedesi che la sola candela accesa diritta nella sua posizione, grandezza e grossezza. E ciò perchè i raggi, che oltrepassano quei corpi diafani, camminano in linea retta; mentre pei raggi riflessi, chi osserva il vaso o la sferoide dalla parte anteriore verso la candela, vede le diverse maniere d'imagini surriferite.

Una sferoide di vetro che feci espressamente fabbricare in modo di essere tronca superiormente e con porzione di un lato piana dapprima, e poi curva come il rimanente della sferoide, mi presenta il fenomeno nella parte piano-curva di una fiamma diritta con piccolo pezzo di candela in posizione diritta, cui s'unisce l'imagine di candela accesa capovolta, cosicchè sembra un solo pezzo di candela acceso in pari tempo nelle due estremità. Nel momento stesso si può vedere una imagine diritta nella convessità del vetro, ed un'altra capovolta nell'interna concavità. Così la forma del vetro cangia la direzione dei raggi formando varie riflessioni corrispondenti sempre alle leggi della cattotrica.

5.° Ma sull'occhio degli albini, sulla retina dell'occhio preparato umano o di qualsiasi altro mammifero (1), si vede l'imagine capovolta guardando appunto nella parte posteriore, dunque la cosa è differente. No certamente, la cosa è l'istessa. L'ombra, o la fiammella vedesi anche posteriormente a cagione della maggiore densità e minore pellucidità della parete posteriore per la presenza della retina (che non è, come dicesi, pellucidissima) e per la presenza della sclerotica, coroide e retina sottilissime negli occhi intatti degli albini. Eccone l'esperimento di prova. Prendete un drappo nero, una carta nera, uno strato opaco a piacere, coprite la metà anteriore della sfera di vetro, lasciando un solo pertugio equivalente alla larghezza della pupilla. Coprite la parte posteriore con un pannolino bianco finissimo, ed esponete poscia l'apparecchio alla candela accesa, e ne avrete l'istesso, istessissimo risultato che si ha coll'occhio preparato e ridotto posteriormente alla sola retina; ne avrete l'istesso, istessissimo risultato che si ha coll'occhio di coniglio bianco.

(1) Rendono questo esperimento un poco delicato i mezzi meccanici necessarii onde maneggiare l'occhio preparato all'esperimento senza alterazione nella forma delle curvature della cornea e della jaloide, e rendono più delicato l'esperimento la mollezza della jaloide e la facile esosmosi del vitreo. Chi vuole ottenere la dimostrazione sperimentale di cui si tratta con facilità, e mantenere l'occhio ne' suoi rapporti naturali il più che sia possibile, prenda un coniglio bianco giovane, ne levi il capo e lo divida in due parti eguali dal vertice alla base. Levi il cervello e stacchi la parte ossea posteriore dell'orbita, che per la tenerezza sua si presta assai bene alla preparazione. Levate le poche parti molli circumambienti il globo dell'occhio, rimane l'occhio il più adatto a questo esperimento. Nell'avanti l'occhio rimane con tutte le sue parti intatte, le ciglia, la rima palpebrale, i peli, il tutto come durante la vita. L'unita ossatura del teschio serve per potere comodamente esporre alla luce l'occhio senza toccarlo menomamente. Con un ago, o colla punta di una sottile forbice, si può facilmente praticare un foro nel fondo dell'occhio, quando si voglia formare di quest'occhio una vera lente biconvessa perfetta. Si ottiene allora un doppio fatto. La luce che oltrepassa gli umori pel foro artificiale posteriore segna l'ombra dell'indicatore diritta o capovolta, secondo le distanze nelle quali si tengono l'occhio, la candela, il tramezzo bianco e l'indicatore; e nel tempo stesso la sclerotica della parte posteriore, lasciata intatta, continua a presentare la fiammella e l'ombra capovolta come prima.

Dunque, la differenza apparente del risultato tra le sfere di vetro semplice ed i nominati occhi, sta nella minore o maggiore pellucidità delle pareti; ma le imagini risultanti sono sempre l'espressione della riflessione dei raggi.

6.° Ne volete la controprova? eccola parlante e facile. Con un ago si laceri la retina degli occhi preparati, la sclerotica e le altre sottilissime membranelle dell'occhio del coniglio; il risultato che si ottiene si è, che non vedesi più alcuna imagine, come nell'esperimento colle sferoidi fatte di vetro, ed i raggi che passano dal foro praticato posteriormente seguono affatto le leggi proprie alle lenti biconvesse, e perciò al di là della distanza focale apparisce l'imagine capovolta, come allorquando usasi una lente biconvessa qualunque a piccola distanza focale.

VII. Osservazione.

Sulla spiegazione teoretica ora comunemente ammessa.

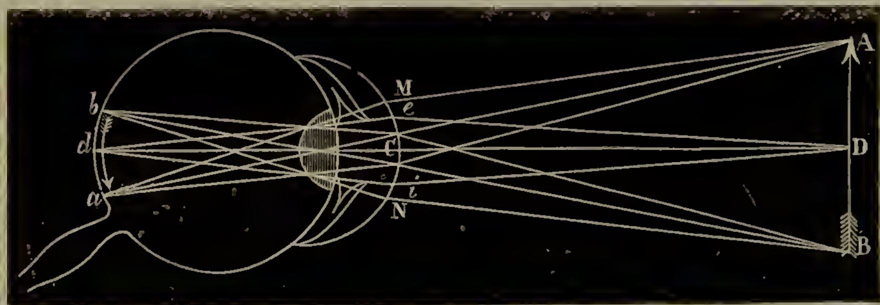


Fig. 14.

La figura qui riprodotta, espone compendiata la teoria della visione, effettuata da una imagine capovolta.

Qui è da osservarsi intanto che si considera un caso unico, cioè di un corpo che presenta dimensioni maggiori del lume della pupilla; quando in pratica vediamo oggetti di grandezza

maggiore, uguale alla pupilla, ed anche minore; dunque anche teoreticamente dobbiamo figurarci le tre forme.

1.° *Caso. Visione di un oggetto più piccolo della pupilla.* —

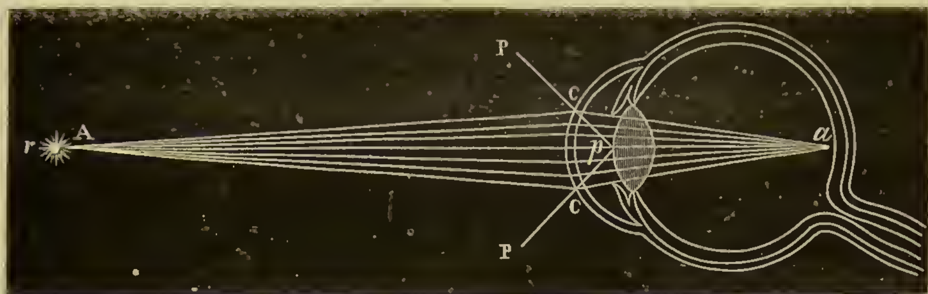


Fig. 15.

In questo caso avremo una imagine del corpo A in *a* piccolo, cioè sull'asse *r a* comune del cono visuale C*a*C e del cono obiettivo C A C, e precisamente alla retina nel detto punto *a*. La retina deve essere impressionata da molti raggi convergenti in apice, e quindi l'apice *a* deve considerarsi non come punto matematico, ma come apice fisico del cono visuale, che nel punto P*p*P, centro della lente, si continua col suo asse *pa* coll'asse *p*A del cono obbiettivo.

In forza dei principii della diottrica, si avrà una impressione alla retina fatta nel foco della lente, o poco prima di lui, dunque una imagine diritta, perchè il rivolgimento ha luogo soltanto dopo l'apice (1).

2.° *Caso. Visione di un oggetto di grandezza eguale alla pupilla.* — Sia l' oggetto da vedersi ed eguale in grandezza

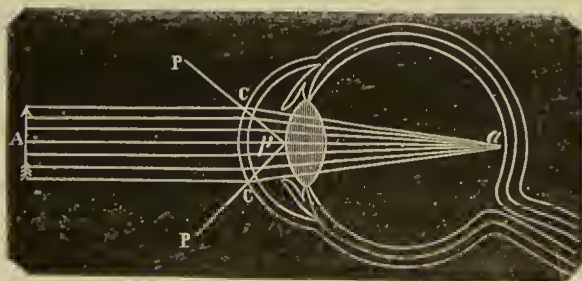


Fig. 16.

(1) Vedi Osservazione II. pag. 61.

alla pupilla, la freccia A. Da questa partiranno tanti raggi, che sono da ritenersi paralelli tenendo l'oggetto da vedersi alla distanza necessaria alla retta visione di 8 o 10 pollici. Questi raggi paralelli e compresi nella larghezza CC segnata sulla cornea passeranno dal menisco rappresentato dalla cornea ed acqueo alla lente convergendo verso l'asse del fascio luminoso A *p* che continua coll'asse del cono visuale *p a*, ossia convergeranno all' asse A *a*, che passa nel centro della cornea e della lente P *p* P, fino al punto *a* sempre in linea retta; e per le ragioni già dette riguardo al caso della visione di un oggetto più piccolo della pupilla, ne seguirà l'impressione della retina fatta dall'apice del cono visuale o foco o poco prima di lui, ossia una imagine diritta.

3.° *Caso. Visione di un oggetto di grandezza maggiore alla pupilla.* — Questo caso, l'unico considerato dai fisici e dai fisiologi, è certamente il più frequente, e sebbene nel senso fisico la figura riprodotta alla pagina 76 rappresenti un'idea giustissima, nell'applicazione all'occhio vivo viene a soffrire restrizioni notevoli.

In ragione che cresce la differenza tra la larghezza della pupilla e la grandezza dell'oggetto, cresce la riduzione a minima quantità dei raggi operata dalla pupilla stessa. Data la distanza stabilita per la vista perfetta, pochissimi saranno i raggi obliqui, che potranno trapassare la pupilla, in forza di quanto dimostra l'esperimento esposto nella Osservazione I, pag. 59, e sono perduti per la visione i pochi raggi obliqui, che giungono a farsi strada nell'occhio rasente il bordo del foro pupillare, sia che cadino sui processi ciliari, sia che cadino sul corpo ciliare. Raggi perduti perchè assorbiti dal pigmento nero che copre quella superficie interna dell'occhio, e perduti perchè cadenti in regione amaurotica.

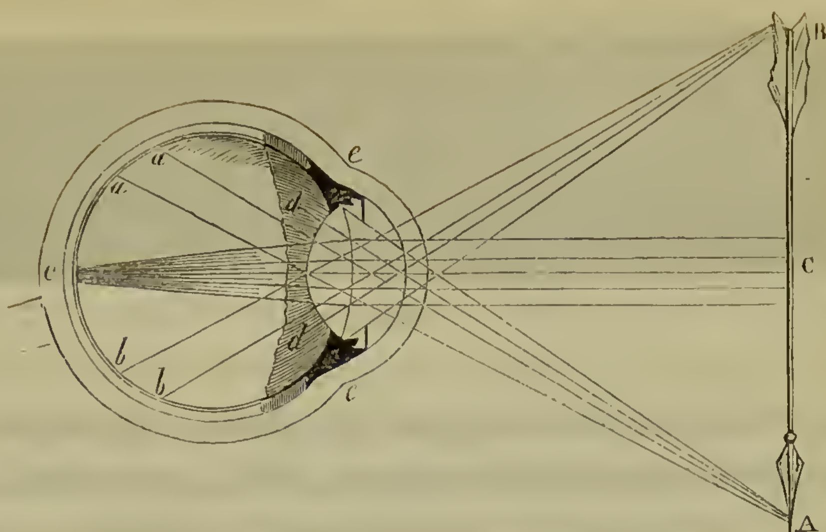


Fig. 17.

Il corpo AB manda raggi centrali paralelli all'asse CC, che corrono alla formazione del cono visuale, indispensabile alla visione. Le parti estreme A e B mandano raggi obliqui, dei quali A *e*, A *d*, B *e*, B *d* sono perduti, perchè cadono in regione insensibile alla luce. I raggi A *a*, A *a*, B *b*, B *b*, sebbene cadino sulla retina, sono inutili per la rappresentazione degli oggetti, e cagionano soltanto percezione di luce, non essendo raccolti in foco. Indico con questa figura, che nella visione tutti i raggi che cadranno sul corpo ciliare sono inutili alla visione; che quelli che cadono un po'più in là dell'ora serrata, s'incontreranno in una regione ambliopica della retina, vi ecciteranno sensazione di luce bensì, ma non daranno idea dei corpi perchè raggi dispersi; mentre alla visione si esige che per mezzo di apposito apparato rifrangente e collettore, siano uniti i raggi nel cono visuale, avente l'apice o la parte prossima all'apice sulla retina. Appena quei raggi che possono concorrere a formare il cono visuale e convergere all'apice, sono gli utili alla visione.



Fig. 18.

Per il che, nel caso d'oggetti più grandi della pupilla, una figura semplicissima potrebbe indicare il fenomeno della visione. Il corpo AB manda i raggi centrali, che qui per semplicità sono ommessi, e che formano l'indicato cono visuale coll'apice alla retina, come fu segnato nelle figure 15, 16 e 17. Manda inoltre raggi dall'estremità che, allargandosi in cono, vengono a cadere in modo d'essere perduti per l'incontro delle parti opache esterne od interne dell'occhio; solo quelli che corrispondono alle rette AC e BC, paralelle ai raggi del cono visuale ACB, sono utili a segnare la figura AB sulla retina e quindi alla percezione delle imagini.

L'angolo misuratore della grandezza dei corpi sarà quello che corrisponde all'estremità del cono visuale sulla retina e non alla cornea, come ora insegnasi, perchè non si ha che un solo cono dall' oggetto alla retina che serva alla visione, ed un solo angolo formato alla regione della retina.

Il Lettore può chiedermi: è cosa poi dimostrata il finire dell'apice del cono visuale alla retina, che sì francamente asserite? A dir vero, alla perfetta dimostrazione manca qualche cosuccia. Per seguire i raggi luminosi dalla cornea alla retina con tutta esattezza, bisognerebbe avere giusta misura della anteriore e posteriore superficie della cornea; giusta misura delle due differenti curve, anteriore e posteriore della

lente; giusta misura della forma e distribuzione della retina e delle curve dei due menischi rappresentati dall'umore acqueo e vitreo. Inoltre, bisognerebbe avere certezza della forza rifrangente e della facoltà dispersiva di ciascuna parte trasparente dell'occhio. I fisici hanno fatto studii lodevolissimi, anche per arrivare a queste determinazioni, e presentarono tavole di misura delle superficie rifrangenti, della diversa rifrangibilità delle parti dell'occhio e dei rapporti fra il seno dell'angolo d'incidenza e quello dell'angolo di rifrazione, ossia degli indici di rifrazione. Molto in istima sono gli indici segnati da Brewster e Chossat, che credo di riferire nella tavola qui unita.

Nomi delle Sostanze	Indici secondo	
	Brewster	Chossat
Aria	1,000	1,000
Cornea	»	1,330
Umore acqueo	1,337	1,338
Capsula della lente	»	1,350
Strato esteriore della lente	1,377	1,338
Strato medio	1,379	1,395
Nucleo	1,399	1,420
Umore vitreo	1,339	1,339
Lente intiera	1,384	»

Inoltre la mancanza, in cui si è tuttora, nella cognizione della chimica natura di queste singole parti e del loro vario rapporto colla luce, fa sì, che quand'anche si arrivi all'esattissimo calcolo delle superficie delle curve e della densità delle parti, rimarrà ancora non poco a desiderarsi per giungere all'esattezza che vorrebbesi perfetta in fisica.

Vallée (1) ha studiato per trent'anni le rifrazioni della luce e l'acromatismo dell'occhio. Insegnerebbe egli, che l'umor vitreo avente densità crescente dal cristallino alla retina aumenta in forza dispersiva; e che perciò i raggi rifratti fanno tra loro dei minimi angoli e si riuniscono, e coincidono colla normale al punto ove il fascio luminoso rifratto incontra la retina.

L'Accademia di Parigi, a cui fu presentato questo lavoro, nel suo giudizio vi loda i calcoli, che chiama: « d'heureux types et des bons modèles à suivre dans l'emplois des calcules pratiques, qui ne sont pas moins importants, que l'experience même pour les progrès des sciences d'observations ». Peccato che tutto il lavoro non abbia altra base che un'ipotesi; cioè la densità sempre crescente del vitreo, dal cristallino alla lente!

Sturm dimostra che le curvature dei differenti mezzi dell'occhio non sono sferiche; riconosce che l'occhio è formato di molti mezzi diversamente rifrangenti, ed all'appoggio di considerazioni geometriche sulla forma che prende un raggio luminoso molto sottile rifratto successivamente in differenti mezzi inegualmente rifrangenti, e che passa per una piccolissima apertura perpendicolare all'asse del fascio, trova col calcolo, che le intersezioni successive di questi raggi formano una superficie caustica che incontra l'asse del fascio in due punti; che fra questi due punti il fascio è più ristretto che in

(1) Théorie de l'œil. Paris, 1844-46, pag. XXVI:
Qu'il nous soit permis de dire maintenant qu'il fallait quelqu'amour pour la science pour entreprendre cet ouvrage. Supposons qu'il dût bien finir, que produisit-il? un livre accessible à peu de lecteurs, hérissé de chiffres, de formules, empruntant à la géométrie de hautes considerations, repoussé des physiologistes à cause de l'algèbre, des géomètres à cause de l'anatomie, et des physiciens à cause de l'anatomie et de la géométrie. Nos recherches ont demandé trente ans de travail, et nous n'en sommes qu'à la publication de ce premier volume.

tutti gli altri luoghi; ma che al di là di essi, indietro ed in avanti, il fascio è sempre più divergente. Sturm ha denominati questi due punti, fuochi del fascio; e la distanza che li separa, distanza focale del fascio. Ammette che la distanza focale sia di 1 o 2 millimetri. Così, secondo Sturm, la luce può agire sulla retina in un fuoco lineare, in tutta l'estensione del quale si riproduce la visione.

Questa teoria non solo dichiara col calcolo l'apice del cono luminoso cadere sulla retina; ma dà una latitudine, che assicura l'impressione nella forza maggiore del cono luminoso nelle varie distanze degli oggetti. Ma io non potrei riportare alcuna cosa che meglio si presti alla dimostrazione, che l'apice del cono visuale cada sulla retina, che presentando l'istessa figura e la stessa spiegazione, che i signori Cattaneo e Dall'Acqua Antonio, posero nella loro critica ai pensamenti sulla retta visione di Poli e Dell'Acqua Paolo (1).

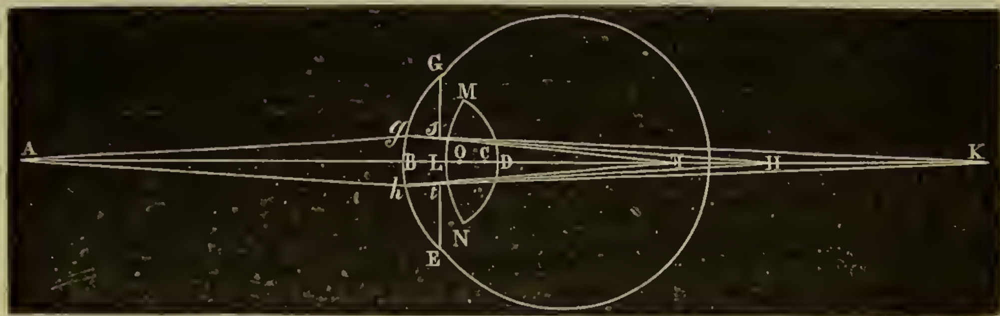


Fig. 19.

Sia pertanto A il punto visibile, fra le rette Ag, Ah, siano compresi tutti que' raggi di luce, che penetrati nell'occhio passano per la pupilla st. Per essere l'umor acqueo più rifrangente dell'aria atmosferica, e per essere la sezione GghE della cornea una porzione di circonferenza, il centro della quale è

(1) Annali Universali di Medicina. Vol. 72. pag. 252.

in C, è noto che quando l'angolo gAh sia piccolo, i raggi nominati rifrangonsi in modo da concorrere tutti in un sol punto K dell'asse AK, che passa per il punto A e per C (1). A determinare la distanza BK serve la prima delle tre seguenti equazioni. Ciò per altro non si verificherebbe se tale fosse l'apertura della pupilla, che l'angolo gAh riescisse di ragguardevole valore. Allora i raggi più inclinati all'asse HK raccoglierebbonsi in punti più vicini all'occhio, che il K, e nascerebbero quelle aberrazioni longitudinali, che talvolta indistinta rendono la visione degli oggetti. Ma appunto la pupilla fu destinata a togliere, od almeno a scemare tale difetto, e questo e non altro è l'ufficio suo diretto.

Ma i raggi convergenti al punto K in esso effettivamente non si raccolgono. Incontrando l'anterior faccia del cristallino MN, che è più rifrangente dell'umor acqueo, soffrono una nuova rifrazione, per la quale, se proseguissero a moversi indefinitamente in una sostanza analoga al cristallino, raccoglierebbonsi in un punto H della retta che unisce K col centro della sfera a cui la superficie MLN appartiene (2), la qual retta presentemente coincide collo stesso asse AK. A determinare la posizione del nuovo punto H serve la seconda delle seguenti equazioni.

Però, nemmeno in H arrivano i raggi rifratti; poichè, emergendo dalla posterior faccia del cristallino, e nell'umor vitreo, mezzo meno rifrangente, introducendosi subiscono una nuova rifrazione, per la quale si dirigono ad un più vicino punto F dell'asse AK (3). La di cui distanza DF dal cristallino è data dalla terza equazione. Ora, i raggi luminosi nel punto F ef-

(1) Gerbi, Corso elementare di Fisica, 2.a edizione, tomo V, §§ 968 e 969.
(2) Gerbi, l. c., § 989.
(3) Gerbi, l. c., § 978.

fettivamente raccolgonsi, perchè esso, mentre non è fuori dell'occhio, cade precisamente sulla retina.

E perchè ognuno da sè stesso se ne convinca, noteremo che le equazioni, le quali somministrano i valori delle rette BK, LH, DF, sono le seguenti:

$$\text{I.}\quad \frac{1}{a} + \frac{1}{p'} = \frac{n-1}{r'}$$

$$\text{II.}\quad \frac{n'}{p''} - \frac{1}{p'-\alpha} = \frac{n'-1}{r'}$$

$$\text{III.}\quad \frac{1}{x} - \frac{n'}{p''-\beta} = \frac{n'-1}{r''},$$

nelle quali $a = AB$, $p' = BK$, $p'' = LH$, $x = DF$, $\alpha = BL$ $\beta = LD$; ed inoltre, r è il raggio BC della cornea, r' è quello dell' anterior faccia del cristallino, ed r'' quello della posteriore; e finalmente n è l' indice di rifrazione dell' aria atmosferica nell' umor acqueo, n' quello dell' umor acqueo nel cristallino, n'' quello del cristallino nell' umor vitreo.

Noteremo pure, che le anatomiche osservazioni del Soëmmering ci apprendono essere (1)

$$r = 5^{\text{lin}},5\,,\; r' = 4^{\text{lin}},2\,,\; r'' = 2^{\text{lin}},4\,,\; \alpha = 1^{\text{lin}},5\,,\; \beta = 1^{\text{lin}},6$$

e gli esperimenti del Chossat ci danno (2)

$$n = 1{,}338\,,\; n' = 1{,}06129\,,\; n'' = 1{,}06049.$$

Ciò posto, sostituendo questi valori numerici nelle suesposte equazioni, e supponendo che i raggi emanati dal punto A, e penetranti nell'occhio, siano tra loro paralelli, il che si riduce ad ammettere il punto luminoso a grande distanza, sicchè sia $a =$ infinito (supposizione che ci pare legittima, stante che l'occhio

(1) De oculorum hominis, animaliumque sectione horizontali commentar. Göttingæ, 1818.
(2) Bulletin phylomatique, 1818, pag. 94.

del quale Soëmmering prese le dimensioni, era in uno stato di rilasciamento, e perciò non in quella disposizione che è necessaria per la distinta visione degli oggetti vicini), si ottiene fatti i calcoli opportuni, $x = DF = 7{,}05$.

Ora, sebbene il Soëmmering, direttamente misurando, abbia trovato che la distanza della retina del cristallino è uguale a linee 6. 25, pure la differenza di $\frac{3}{4}$ di linea, che si appalesa tra questa e la distanza DF, non ci fa rinunciare alla verità dell' avanzata proposizione, che il punto di riunione de' raggi rifratti riesce alla retina, giacchè dobbiamo considerare che qualche incertezza rimane sempre sulla diretta misura, e qualch' altra si incontra intorno agli indici di rifrazione del cristallino.

Se i raggi in tal punto raccoltisi in F non incontrassero verun ostocolo al propagarsi rettilineamente, oltre quel punto proseguirebbero tra loro divergendo; sicchè, per avere la visione del punto A converrebbe situar l'occhio nella direzione di questi raggi. Ma siccome essi si abbattono nella retina, così l' accennata propagazione non ha più luogo; i raggi raccoltisi in F diffondonsi intorno di esso in tutte le direzioni, ed il punto stesso, divenuto raggiante in tutte le direzioni, è visibile per luce che da lui stesso proviene. Tutto ciò brevemente si indica dicendo, che in F si dipinge una chiara imagine di A, e che il punto F è il fuoco di A. Noteremo poi di passaggio, che se il punto A si suppone alla distanza normale di 8 pollici dall'occhio, il punto F di riunione de' raggi rifratti, quando non intervengano alterazioni nelle parti dell' occhio, è posteriore alla retina di $\frac{7}{10}$ di linea, la distanza DF riescendo allora di linee 7. 75.

Il calcolo dimostrò ai signori Cattaneo e Dall'Acqua Antonio, che l' apice del cono visuale nella vista sana non solo cade

sulla retina, ma anzi al di là di essa, quando la distanza dell' oggetto dall' occhio manda raggi paralelli.

Moser, nel quinto volume del Dove's Repertorium der Physik, ammette all' appoggio del calcolo, che nel caso di raggi paralelli pervenuti da oggetto esternò all' occhio, l' imagine si forma al di là della retina due linee circa.

Simonoff, astronomo russo, provò col calcolo (1) che da un centimetro di distanza all' infinito i cangiamenti di direzione dei raggi luminosi rifratti dai mezzi dell' occhio sono appena sensibili, di modo che la sommità del cono oculare è sempre compreso nello spessore della retina.

Le differenze nella risultanza del calcolo non sono tali da dover movere dubbio, che l' estremità del cono visuale cada sulla retina o dietro di lei. Al calcolo si associa anche il ragionamento. Infatti, uno stimolo sì delicato come la luce, farà bensì conoscere la sua presenza, determinando sensazione di luce, ma perchè possa presentare le modificazioni che essa subisce nello scorrere diretta, riflessa, o rifratta dai corpi esterni all'occhio e alla retina, deve essere più o meno intensa e concentrata. Per concentrarsi devono convergere i suoi raggi, continuando a convergere i raggi s' incrociano, e solo dopo questo incontro divergono, e vanno diradandosi all' infinito; e perciò gli oggetti segnati al di là del detto incontro nel fuoco dovranno offrire imagini sfigurate per posizione, confuse per diffusione di luce, e di mano in mano sempre più languide. Il corpo *ab* per esempio sarà figurato chiaro e diritto dietro la lente A fino all' incontrarsi

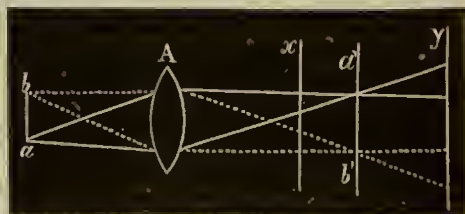


Fig. 20.

(1) V. Richerand, Nuovi elementi di Fisiologia, traduzione del Professor Paolo Dall'Acqua. Vol. II. pag. 28.

ed incrociarsi dei due raggi *ba'* e *ab'* rifratti. È ciò dimostrato esperimentalmente nell'Osservazione II, pag. 61). Al di là, per esempio sulla linea *x*, sarà capovolto, e comincerà a perdere di sua chiarezza; più languida sarà l' imagine capovolta nella linea *a'b'*; e scomposta deformata nè più distinguibile alla linea *y*. Calcolo e ragionamento provano la stessa cosa.

Ma volendo avere la prova esperimentale, mi condannai ad un lavoro penosissimo, a quello cioè di verificare col fatto la distanza focale della lente formata da tutte le parti trasparenti dell'occhio libere dalla sclerotica, coroidea e retina.

La piccolissima distanza focale, che questa lente presenta, che è solo di qualche millimetro pone una difficoltà veramente gravissima al rilevare colla vista l' effetto dell' indicatore che si move tra la lente e la candela accesa. La parete posteriore della lente deve essere così avvicinata al corpo bianco su cui si riceve l'imagine o l' ombra da quasi toccarlo.

Posso assicurare il Lettore di essere arrivato con una pazienza grande e per tentativi piucchè ripetuti a vedere anche sul muro un dischetto piccolissimo bianco, quale è il vicinissimo alla formazione del foco. Il foco presenta un limitatissimo punto rosso appunto qual fuoco, e in lui nulla distinguesi del movimento e della figura dell' indicatore. Allontanando leggermente dal muro l' occhio reso lente, ricompare dietro il foco un disco bianco già un po' meno puro del primo e poi sussegue una assai piccola e capovolta imagine. Rimovendo ulteriormente la lente dal muro, il disco e l'imagine ingrandiscono vieppiù, ma sempre meno chiari, in una parola ripete l' occhio, ma in piccolo, quello che si ha in grande da una lente biconvessa e larga.

Ho reso meno difficile questo delicatissimo esperimento, facendo cadere l' imagine posteriore a questa lente sopra un

foglio di carta bianca finissimo. Il disco, che corrisponde alla sezione del cono luminoso in vicinanza al foco, e quello che formasi dopo di lui, possono con un po' di esercizio distinguersi pel modo di loro luce, da poter dire con franchezza guardando al disco posteriore alla lente: se vedrassi l'ombra a rovescio passando l'indicatore tra l'occhio preparato e la fiamma, oppure se si vedrà diritta. Chi volesse addestrarsi in ciò in poco tempo, e giungere con facilità a distinguere le differenze dei due piccolissimi dischi corrispondenti ad una sezione verticale molto vicino al foco (anteriore a lui o posteriore), ne studii le differenze con una lente biconvessa comune, essendo simile affatto il giuoco della luce.

Col calcolo, col ragionamento e coll' esperimento si arriva alla dimostrazione, che l' apice del cono visuale cade entro la retina, ed anche al di là.

Mi sono esteso alquanto in questa ricerca, perchè, stabilito questo fatto, la teoria della visione spiegata coll'imagine capovolta dipinta sulla retina, crolla dalle fondamenta per intiero.

CONCLUSIONE DALLE PREMESSE OSSERVAZIONI ED ESPERIMENTI.

Per le cose discorse nelle precedenti osservazioni, e per le conseguenze dettate dagli esperimenti unitivi, viene ad essere provato, che da verissime leggi fisiche ne è venuto una seducente teoria, ma difettosa per omissione di alcune circostanze che sono influenti nel cangiare le risultanze degli esperimenti.

1.° Si è omesso di tenere il necessario calcolo delle distanze indispensabili alla giusta visione; delle distanze cioè della cornea e pupilla dalla retina, e dell'oggetto alla cornea, od alla lente artificiale.

2.° Omessa la considerazione, che l'occhio nel suo interno

è uno specchio concavo, si diede un valore all'imagine capovolta, che non merita. Essa è imagine effetto di riflessione, essa è operata da' raggi inutili alla visione, come sono perduti per la visione i raggi che ripercuote la cornea pellucida, e quelli che ribatte l'iride.

3.° Omettendo di calcolare, che non havvi corpo perfettamente pellucido, e che tutte le particelle componenti un corpo pellucido riflettono raggi luminosi, si diede a varii esperimenti presi a dimostrazione della visione da imagine capovolta un valore che non hanno, e ne venne quella illusione che è da sì lungo tempo accarezzata.

4.° Omettendo l'esame dei giuochi delle lenti biconvesse varianti secondo le distanze, si applicò all'occhio il solo fenomeno dell'imagine capovolta che formasi dopo il foco, e non quello della diritta imagine, che formasi prima del foco.

5.° Omettendo in fine di riflettere alla verità sentita, e calcolata dalla scienza fisica che alla giusta visione è necessario, che cada l'apice del cono oculare sulla retina, si ammise, in contraddizione a quella verità già conosciuta, un ideale incrociarsi di raggi avanti che essi arrivino alla retina.

Tenendo calcolo di tutto, si arriva al principio, che la retina è impressionata per la percezione distinta delle imagini da soli raggi diretti, e che essa trovasi nell'istessa giusta relazione colla potenza che la eccita, come il nervo olfattorio, l'acustico ed ogni altro nervo di senso.

La caratteristica di un principio vero suole essere la semplice e facile spiegazione dei fenomeni che da lui dipendono; l'impronta della verità ha pure il premesso principio, giacchè per lui scompaiono le difficoltà ed i dubbii che stanno contro l'antica teoria di Kepler. Ammessa la visione per impressione di

raggi non incrociati, tutti i dubbii enumerati a pag. 56, sono intieramente risolti. In fatti:

1.° La Natura stabilì le sue leggi, la Fisica le studia, le rileva, le insegna. La Fisica quindi nelle sue verità è sempre in armonia perfetta colla Natura. Fece Natura l'occhio di tale lunghezza e rifrazione da avere l'apice del cono visuale alla retina. Conobbe nelle sue meditazioni e provò co' suoi calcoli la Scienza che alla giusta visione, richiedesi che l'apice del detto cono sia alla retina.

2.° La Fisica trova, che la lente concentrante i raggi, ed anteposta alla retina, ha una minima distanza focale; la Natura ha collocato la retina a ridosso di questa lente.

3.° La Fisica insegna, essere immutabile nella sua direzione il raggio luminoso, che coincide coll'asse delle lenti; e la Natura formò appunto l'occhio meravigliosamente adattato a ricevere i raggi luminosi, che in fascio s'abbracciano all'asse.

4.° La Natura vuole nell'occhio corretti gli errori di sfericità e di rifrazione, colla pupilla e colla diversa sostanza e forma delle lenti incastrate tra loro e collocate avanti alla retina; e la Fisica *la* imita nel porre il diaframma ne' suoi istromenti ottici e nel formare le sue lenti acromatiche.

5.° Posta la teoria della retta visione, sarebbe inutile, che la retina fosse ovunque egualmente impressionabile, egualmente sviluppata e nervosa. E la Natura costruì infatti l'occhio con una reticella nervosa sviluppata in piega, ove cade l'estremità dell'asse del cono visuale; meno sviluppata e sottile ove abbisogna la sola capacità di distinguere la luce; nè più esiste ove cadano i raggi più dispersi e diffusi come alla zona dello Zinn.

6.° Ha troppo grande perfezione ne'suoi lavori la Natura, perchè sia lecito sospettare, che gli animali dovessero essere ingannati primitivamente nella visione, ed alla scuola di ripetuti errori

e per una abitudine sorretta dalla testimonianza del tatto, dovessero acquistare finalmente possibilità di servirsi della vista senza errare. No, la Natura non volle ingannato il pulcino che sbuccia dall'uovo; esso corre sicuro al grano che imbecca, od alla chioccia che lo chiama. Il cieco dalla nascita, cui formasi dall'oculista una pupilla artificiale, vede immediatamente diritto, come diritta è l'impressione che ha l'occhio del bambino che si apre la prima volta alla luce.

7.° I miopi ed i presbiti sono di vista imperfetta, perchè l'apice del cono visuale cade nel miope in avanti della retina, e non su lei, e nel presbite l'apice è portato troppo lontano dietro la retina.

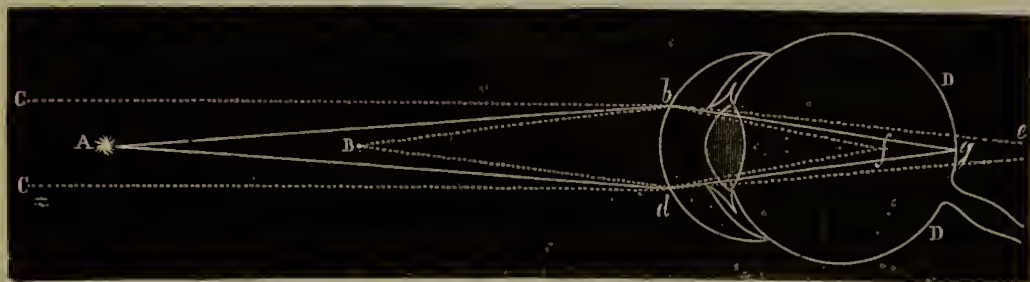


Fig. 21.

Nel miope il punto A non è visibile perchè la forza di rifrazione eccedente dell'occhio riduce l'apice del cono visuale in *f*, abbisogna che il punto A sia in notevole vicinanza, poniamo in B, allora il cono *b*A*d* offre co'suoi raggi resistenza maggiore alla forza rifrangente degli umori, e così l'apice del cono visiuale arriva in *g*, punto necessario alla visione giusta e diritta. Nel presbite il punto B non è visibile, perchè manca al suo occhio quanto basta di forza rifrangente per ridurre alla retina l'apice del cono visuale che cade ancora non compiuto in *e*. Necessita perchè il presbite arrivi a vedere che trasportisi il punto B in A, allora l'apice del cono visuale arriva nel punto *g*

della retina DD e l'oggetto è visto. Lo stesso avviene affatto per gli oggetti che, a luogo di raggi obbliqui, mandano all'occhio raggi paralelli quali per esempio i raggi *Cb* e *Cd*.

8.° Con questa teoria sfuma e svanisce quel famoso quesito, che pose a tortura la valentia di tanti belli ingegni per ispiegarlo; vale a dire, come vediamo gli oggetti diritti e nei giusti loro rapporti esterni, mentre si pingono nell'occhio capovolti. Le date spiegazioni fanno testimonianza della maggiore o minore acutezza d'ingegno dei loro autori, ma tutte fallirono, e lo dovevano bene, perchè trattavasi di trovare l'emenda di un errore, che in natura non esiste, ma semplicemente nella teoria adottata.

OSSERVAZIONI FISIOLOGICHE.

Nel senso fisico l'occhio è una perfettissima macchina d'ottica, nel senso fisiologico è una modificazione del tatto. Nella considerazione del fenomeno della vista trovansi tra loro ben distinte la parte fisica e la parte vitale. La parte fisica è l'effetto della luce, che trapassando le parti pellucide dell'occhio giunge al contatto della retina, la trapassa dall'avanti all'indietro, perchè pellucida, fino all'incentro di tessuto opaco. La parte vitale risulta dalla reazione che fa la retina all'eccitamento della luce. Tanto quella che questa offrono atti, che meritano una speciale considerazione.

Nel fenomeno della visione nel rapporto fisico ha luogo la verificazione perfetta delle leggi della diottrica e della cattotrica. Tutti gli strati dell'occhio, tutto che pellucidi, riflettono secondo le leggi della cattotrica i raggi che urtano negli atomi componenti l'occhio. La cornea presenta una chiara, piccola, e diritta imaginetta più vicina, apparentemente, di quello

che non sia l'oggetto, i cui raggi sono riflessi; e ciò perchè è uno specchio convesso sebbene imperfetto. Il fondo dell'occhio rende colla riflessione una imaginetta piccola capovolta, e ciò perchè il fondo è uno specchio concavo. I raggi scorrenti fino alla retina seguono le leggi che insegna la diottrica, si raccolgono in foco in un modo sufficientemente emendato, tanto riguardo alla deviazione dei raggi prodotta dalla forma sferica dell'occhio, quanto riguardo alla deviazione per diversa rifrangibilità dei raggi luminosi. L'emenda dell'errore di sfericità è opera del piccolo foro dell'iride e della sua contrattilità; e l'emenda dell'errore di rifrangibilità dipende dall'acromatismo della lente eterogenea convesso-convessa anteposta alla retina.

I fenomeni di riflessione non hanno alcun utile per la visione. Tutti i raggi riflessi sono perduti per l'atto vitale della visione, su cui hanno un diretto influsso gli atti di rifrazione, perchè, concentrando la luce, la rendono sufficiente stimolo della funzione della retina. Il decorso non rifratto dei raggi centrali costituenti l'asse del cono visuale, ed il convergere degli obliqui in un foco, costituiscono l'essenziale condizione per la visione perfetta. Raggi per altro vi sono, che, non concentrati, sfigurerebbero la percezione dell'imagine degli oggetti, se non venissero assorbiti da opportuno mezzo quale il pigmento nero. Questa spalmatura nera è abbondante in ispecie anteriormente, ove cadono i raggi i più obliqui della periferia, cioè i più rifrangibili e che si incrociano assai prima del foco principale. I raggi divergenti e dispersi sono così in buona parte resi non dannosi, e giova a togliere il disturbo dei raggi divergenti non assorbiti, la diversa impressionabilità della retina. È legge fisiologica, che l'impressione più forte renda inavvertita l'impressione minore, ora la regione ossiopica, colpita dal foco o dalla parte del cono lu-

minoso prossima al foco, è scossa sì fortemente da rendere non avvertito e non nocivo alla visione l'urto che ricevono le parti ambliopiche dai raggi divergenti e sparpagliati.

La retina è un apparato di vario spessore, con sostanza nervea di massa variante, d'ineguale superficie, interrotta qua e colà da diramazioni vascolari; dal che apparisce, che l'atto fisico che deve aver luogo tra la retina e la luce, si riduce a contatto ed urto, ma più nel senso della grossezza della retina che di superficie e di estensione.

Gli atti vitali di questa macchina ottica viva deggiono distinguersi in quelli che hanno luogo nel punto ove eccitata reagisce la sostanza nervea, ed in quelli che per l'azione del nervo vengono ad operarsi nel cervello. Il primo fatto vitale della retina è un movimento, o leggerissimo e diffuso, come avviene nella semplice percezione di luce, o più forte e limitato dall'azione concentrata dei raggi luminosi riuniti al foco. Questo movimento più forte e limitato di poche fibrille è quello che produce nel sensorio comune quella scossa, o moto molecolare, da cui l'anima riceve la sensazione dell'imagine degli oggetti, della loro distanza, numero, ecc., e forma i suoi giudizii. Ma a questo risultato vitale della percezione delle imagini, ed anche a quello più umile della semplice impressione della luce, è indispensabile che sia rivolta l'attenzione dell'ente pensante alla materiale agitazione delle molecole. Altrimenti l'atto fisico del contatto della luce colla retina, e l'urto che in essa eccita la luce nel trapassarla, ha bensì luogo, come ha luogo anche la reazione locale della retina, ma non si ha percezione alcuna.

Nell'azione del contatto della luce e della retina si ha un semplice fatto fisico, se la retina non reagisce. Chi dorme ad occhi aperti non ha alcuna percezione, sebbene e luce ed

oggetti luminosi circumambienti agiscono sovra le sue retine. Fatta torpida ed insensibile la retina, nulla più ne rimane che l'atto fisico del contatto dalla luce penetrata nell'occhio. La retina passiva nel primo momento di contatto collo stimolo, tosto ponesi a resistere alla forza che la scuote, reagisce, si fa attiva. In questo movimento o la retina agisce debolmente e l'impressione è lieve, oppure esigesi una intensità di reazione molto notevole, e ne viene una impressione forte ed una pronta stanchezza: o la scossa della luce minaccia distruggere il delicato tessuto retinico, ed in allora ne viene molestia, dolore, lacrimazione, necessità di fuggire l'abbagliante e molesto oggetto.

Le parti organiche, essenziali alla visione, che si riscontrano nella grandissima varietà d'occhi nei tanto diversi animali sono: 1.° una espansione nervosa; 2.° una parte trasparente sovrappostavi; 3.° un pigmento. Ove mancano siffatti elementi organici è impossibile visione. I segni di senso molesto che danno alcuni esseri inferiori (in cui non havvi traccia d'occhi), allo stimolo della luce, non è prova che essi vedono, ma che la luce agisce anche sulla loro pelle colle sue proprietà, per esempio col suo calorico. L'osservazione di Rapp (1) che l'Eretilum Cynomorium (specie di polipo) è sensibilissimo alla luce, che si contrae al contatto di quella, e che ama l'oscurità, non prova che esso veda più di quello che non provi un sesto senso nei pipistrelli accecati, che non urtano nei fili tesi in una stanza, ove si lasciano svolazzare; non prova più delle lacrime che sono prodotte dallo stimolo dell'ammoniaca, prese ad argomento della facoltà olfattoria dell'occhio. Il calore della luce fa contrarre quel polipo senza che veda, come l'aria che spinge

(1) Nov. act. nat. cur. Tom. XIV, pag. 2.

avanti di sè il pipistrello nel volo, riflessa dai fili, agisce sul tatto di lui, avertendolo dell'ostacolo, senza che la cute veda i tesi fili; ciò avviene anche all'uomo, che camminando nell'oscurità fa attenzione onde non urtare, s'accorge dall'aria a lui rispinta della vicinanza d'un muro, o d'una porta chiusa. Come l'irritazione della sensibilità tattile della congiuntiva, prodotta dall'ammoniaca e diffusa all'apparato lacrimale, ne aumenta la secrezione, senza che se ne percepisca l'odore.

Ove non esiste l'organo sensorio colle relative essenziali connessioni, manca la sensazione che gli è propria; perchè fuori di noi non havvi nè dolore nè piacere, nè caldo nè freddo, nè sapori, nè odori, nè suoni, nè luce. I poteri esterni, agenti sulla cute, possono dare, o togliere calorico, e quello scambio di temperatura occasiona tal modo di molecolare movimento nei nervi del tatto, che presentano all'anima per mezzo del cervello quella sensazione, che diciamo caldo o freddo. Particelle solubili agitate negli umori sulla lingua operano quell'organica mutazione, che dal cervello ricevuta ed avvertita dall'anima, chiamasi sapore. Un effluvio tocca la mucosa del naso, vi reagisce il nervo olfattorio, ne commove l'organo centrale, e questo mutamento sentito è l'odore. Trema l'aria, cooscillano gli apparati organici formati espressamente a distinguere quei tremiti, e l'organica mutazione percepita, è cio che diciamo suono. Le vibrazioni dell'etere scuotono la retina, e la molecolare reazione di essa diffusa al cervello, presenta all'anima ciò che chiamiamo luce. È chiaro perciò, che per gli animali, ne'quali primitivamente manchi l'occhio o l'orecchio, la Natura è immersa in eterna oscurità, in un silenzio invincibile. Negli animali e nell'uomo, ove per avvenuta sventura sia distrutto l'organo della vista, o l'orecchio od il naso, ecc.; tutto è tenebre, tutto è muto, tutto inodoro.

Ciò posto, francamente asserisco ciechi gli ozooarii ed i molluschi, in cui non esistono occhi, ed ai quali non può supplire la cute, sebbene diano manifestissimi segni, che la luce gli eciti e li commova.

Negli infusorii però, dopo l'uso di eccellenti microscopii, fattone sì diligentemente dai naturalisti, si venne a conoscere che molte specie non solo hanno occhi, ma anche un numero maggiore che negli animali superiori; si venne a conoscere che la Melicerta ringens e la Megalotrocha alba hanno occhi nello stato d'embrione nell'uovo, e quando sono ancora giovani, che perdono poi divenendo adulti.

Gli occhi i più semplici degli esseri inferiori si conoscono con un buon microscopio dall'accumulo in dati punti di pigmento per lo più di color rosso. Questi occhi diconsi occhi lisci, punti oculari. Mueller ha fatto avanzare la scienza della Fisiologia comparata degli organi della visione, con lavori che meritano tutta la considerazione (1).

Trovò egli nella famiglia delle Nereidi occhi con pupilla e senza organi trasparenti interni, ed altri anche senza pupilla. Mueller ritiene che le nereidi senza pupilla siano capaci soltanto di distinguere la luce dall'oscurità; come ritiene avere questo limitato officio tutti gli occhi lisci senza pupilla, distinguibili negli animali inferiori solo pel colore carico del pigmento (punti oculari).

Gli occhi a mosaico, o composti, degli insetti e crostacci (2), sono segmenti di sfera, nel cui interno il nervo ottico, parimenti sferico, manda innumerevoli fibre primitive nervose, che si dirigono in forma di raggi a tutta la superficie dell'occhio; senza però giungere fino all'epidermide trasparente. Fra la loro estre-

(1) Zür vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes.

(2) Manuel de Physiologie. Tom. II. Paris, 1851, pag. 309.

mità e la cornea si trovano dei coni pellucidi, egualmente diretti in forma di raggi verso la faccia interna della cornea, cui si riuniscono colle loro basi, mentre gli apici abbracciano le estremità delle fibre del nervo ottico. La cornea degli insetti e dei crostacei decapodi è egualmente divisa a mosaico; ciascun piccolo compartimento, o faccetta, corrisponde e si unisce ad un cono trasparente, e ad una fibra del nervo ottico. Una osservazione molto importante, nel senso dei fenomeni fisici, fa il Mueller sulle due facce anteriore e posteriore della cornea divisa in faccetta; che cioè non si rileva differenza tra l'una e l'altra superficie, e che quindi ben poco deve calcolarsi la loro influenza sulla luce. Tra i coni trasparenti e le fibre del nervo ottico trovasi pigmento di colore assai variante, chiaro, oscuro, nero, violetto, bleu, porporino, giallo, verde, ecc., pigmento alcune volte a strati di diverso colore. Questo pigmento si porta fino alla cornea tra mezzo ai coni, e talora ne copre la faccia anteriore, non lasciando nel mezzo che una apertura pupillare. In altri casi il pigmento non guarnisce che i punti d'intersecazione delle faccette. Il numero delle faccette varia assaissimo ed è molto grande. Mueller ne ammette dai dodici ai venti mille.

Gli occhi composti: 1.° ora hanno la cornea con faccette; 2.° ora la cornea è liscia; 3.° vi sono occhi composti con piccole lenti poste all'innanzi dei coni trasparenti; 4.° finalmente occhi composti di occhi semplici, dei quali ciascuno contiene le parti essenziali trasparenti, cioè una lente ed un corpo vitreo sferico.

I punti oculari, gli occhi a mosaico, gli occhi con lenti e vitreo, offrono costantemente una parte pellucida, una materia colorata, un nervo. La parte pellucida e la materia colorata hanno nella tessitura dell'occhio una necessità di fisica ragione, il nervo è l'elemento di necessità vitale per la visione.

Ove esiste pupilla si deve già ammettere, a mio credere, un concentramento di raggi luminosi, e quindi la capacità nell'animale di distinguere oltre la luce dalle tenebre, anche imagini di oggetti. Così argomento dalla formazione del disco di luce bianca operata da un piccolo e semplice foro posto nelle distanze convenienti alla visione. Nell' occhio a mosaico la spiegazione della visione è difficile; Mueller però ne diede una, suggerita dalla giusta considerazione dell' andamento retto dei raggi luminosi secondo l'asse, e coerente alla teoria della visione per diretta impressione (1).



Fig. 22.

Sia la retina A, che rappresenta la superficie d'una sfera; i coni trasparenti BB devono trovarsi nei raggi di questa sfera. La luce proveniente dai punti *a*, *b*, *c*, *d*, non può dirigere alla retina, che i raggi posti nella direzione delli assi, o siano diametri della sfera. Così il punto *a* non produce la sua imagine che nel punto *a'* il punto *b* in *b'*, *c* in *c'*, *d* in *d'*. Si vede che la chiarezza dell' imagine deve crescere in ragione del numero dei raggi diretti per mezzo dei coni alla superficie della retina, e quando mille raggi penetrano per mille coni, saranno mille punti della retina impressionati e la chiarezza sarà come mille, e così crescerà o decrescerà col crescere o decrescere del numero dei raggi e dei coni in azione.

(1) Mueller. Manuel de Physiologie. Paris, 1851, pag. 285.

Il processo, di cui servesi la Natura per isolare la luce sui diversi punti della retina consiste nell'escludere i raggi divergenti e sempre si ritorna al principio che la retina deve essere impressionata dall'apice del cono visuale. Negli animali inferiori, ove la distanza di visione deve essere minima per la limitatissima sfera di loro azione, vivendo essi come in un grande mondo, quando sono in una sola goccia d'acqua, una minima pupilla circondata da molto pigmento con una retina immediatamente corrispondente al foro, dà già l' idea di una visione di luce, e della possibile percezione di figure sufficienti per esseri cui non abbisognano minuti dettagli di forma dei corpicciuoli che vedono. Negli occhi a mosaico le figure sono più distinte ed eccitate da' raggi mandati da corpi più lontani, e così si moltiplicano i rapporti degli animali cogli oggetti esterni e s' ingrandisce la loro sfera di attività visiva. Nell'occhio poi più elevato degli animali vertebrati, essendo così formato da potere raccogliere i raggi a distanza infinita, e ridurli alla retina, la sfera d'azione della vista si spinge, per così dire, all'infinito. Quest'occhio ha imagini sufficientemente distinte di oggetti posti a milioni di miglia di distanza, come sono gli astri ed anche per quest'occhio sono indispensabili, 1.° esclusione di raggi e limitazione a pochissimi, per mezzo di una pupilla e di pigmento nero, 2.° riunione di essi in apice del cono, che passa alla retina per mezzo di parti trasparenti, 3.° l'atto vitale esclusivamente proprio dell' espansione nervosa.

In cosa consista questo speciale atto di vita, non può dire la Fisiologia, che rifiuta ipotesi. Per chi si accontenta di supposizioni, una seducente ne trova dettata dal Melloni (1). Para-

(1) Vol. 1.° del Rendiconto dell'Accademia delle Scienze di Napoli. Memoria sulla colorazione di alcuni umori e membrane dell'occhio.

gona egli la retina ad un istromento musicale, che risuona per virtù delle onde sviluppate nell' aria del corpo sonante. Questa corrispondenza delle molecole retiniche implica un determinato sincronismo fra le sue vibrazioni e quelle dell'etere, un accordo o relazione di analogia, che sussiste fra le diverse vibrazioni di esso etere e le oscillazioni più facili ad eccitarsi nella retina. E diffatti, le onde luminose, che sono tali appunto perchè possono concordarsi colla membrana sensitiva, hanno ben altre onde al di là dei limiti dello spettro, le quali pur fanno impressione, ma non sono sentite come luce, perchè prive di qualunque accordo colla tensione di questa membrana. Ipotesi tutta fisica.

Impossibile è ancora nello stato attuale della scienza fisiologica di dare la spiegazione dell'organico mutamento vitale, in cui sta la condizione prossima per la sensazione di qualsiasi organo senziente. Nel tatto, nel gusto, nell'olfatto, come nell'orecchio e nell'occhio quel modo di palpito molecolare, che è ministro di senso, è tuttora l'incognita di un problema difficilissimo. Imitiamo i fisici, che non si perdettero a volere conoscere che sia in sè la forza attrattiva; ma ne studiarono le leggi e ne ebbero i meravigliosi risultati che tutti sanno. Lasciamo l'incomprensibile incognita della ragione del fatto vitale e limitiamoci alla disamina di cose che permettono qualche speranza di felice riescita nello studio della vista.

La vista, sotto il rapporto vitale, offre importanti differenze in confronto degli atti fisici.

1.° L'urto dei raggi luminosi è istantaneo sui corpi, siano opachi o trasparenti, istantaneo è il formarsi delle imagini sui tramezzi delle macchine fisiche e sulla retina. Ma per la visione, cioè per il mutamento in cui consiste l'atto vitale della retina, si esige un tempo sensibile; talchè un oggetto, che celerissimo

fugga al davanti dell'occhio, eccita una fisica impressione sulla retina, che però non vale ad eccitare sensazione perchè la retina non reagisce.

2.° L'imagine sul fondo bianco di una macchina fisica si pinge in superficie. Ma nella visione passiamo coll'occhio sovra un oggetto esteso scorrendone i punti, i di cui raggi luminosi si succedono l'uno all'altro, ed agiscono sulla stessa piccolissima porzione di retina soprapponendosi, per così dire, in serie successiva nel medesimo luogo, e tuttavia la nozione dell'imagine nel nostro cervello è compiuta e perfetta, sebbene sia l'effetto di movimenti non contemporanei, ma successivi, valutabili nella connessione di tempo e non nell'estensione di spazio.

5.° Inoltre, eccitata la retina, ritiene per un dato tempo l'impressione prodottavi dalla luce, ossia continua l'azione della retina tolto anche lo stimolo; così vediamo un cerchio a luogo di una sola estremità accesa di un bastoncino, che ruotiamo celeremente avanti gli occhi. La retina, pella reazione vitale da cui dipende la visione, è attiva, e perciò quand'anche a luogo di luce, l'elettricità, un colpo sugli occhi, una congestione sanguigna agiscono sulla retina, la eccitano a reazione e si ha visione senza oggetti visibili. Quando in fisica senza luce non v'ha imagine.

LA VISTA È UNA MODIFICAZIONE DEL TATTO.

Il tatto nell'uomo, come in tutti gli animali, presenta sensazioni variatissime, che per altro si possono ridurre a due ben distinti modi; di sensazioni cioè *subbiettive*, e di sensazioni *obbiettive*. Le prime dipendono dallo stato interno dell'organismo variabile ad ogni istante per gli atti di formazione, di nutrizione e di conservazione. Le seconde dipendono

dai cangiamenti prodotti in alcune parti esterne dall'azione di agenti estrinseci all'organismo. Tanto il tatto subbiettivo, o senso generale e corporeo, quanto il tatto obbiettivo in istretto senso, esistono nell'occhio, e sono indivisibili cooperatori delle sue manifestazioni vitali e della sua funzione speciale.

Il tatto subbiettivo ha l'altissimo scopo della conservazione dell'organismo individuale e della specie; deve quindi toccare, per così esprimermi, ogni particella organica, e giudicarla nella sua buona o cattiva condizione. Infatti, il senso di ben essere o di mal' essere, di peso o di leggerezza, d'oppressione, di stanchezza o di energia, del bisogno di quiete o d'azione, di caldo o di freddo, di piacere o di dolore, sono sensazioni che guidano l'animale alla conservazione di sè stesso. Un senso innominato, ma che tutti conoscono, regola la respirazione. La fame, la sete, il senso di sazietà e di pienezza, il senso di raccolte sostanze escrementizie, sono sensazioni che regolano le funzioni nutritive; gli ardori sessuali, la voluttà unitavi, sono sensazioni prestabilite alla conservazione della specie.

L'occhio, come parte organica, ha per senso fondamentale il tatto subbiettivo. Il bisogno di luce, la stanchezza della vista, il ben essere, il dolore che proviamo nell'occhio nel diverso modo di sua azione, provano essere l'occhio legato indissolubilmente al tatto subbiettivo.

Il tatto obbiettivo è già un senso più limitato, è una prima modificazione del tatto subbiettivo, e che esige l'addizione ai nervi misti cerebro-spinali di strati *particolarmente organizzati*, come sono la cute e parte delle membrane mucose. È necessario che i nervi vestino la forma di papille su parti mobili in molte direzioni, affinchè possano quelle particelle nervose essere portate sovra estese superficie, tentarne la resistenza, distinguerne la temperatura. Anche questo tatto obbiettivo è unito

alla vita dell'occhio, ne godono manifestamente la sua congiuntiva e la cute delle sue palpebre. Si è per il tatto obbiettivo che l'occhio può evitare gravissimi danni che a lui arrecare potrebbero diversi corpi esterni colle loro fisiche qualità.

Però il tatto subbiettivo ed obbiettivo non costituisce base ed aiuto al solo organo della visione, anche tutti gli altri sensi sono maniere distinte di tatto dipendenti da aggiunte di parti organiche particolarmente costruite, ma che hanno poi sempre per base la sensibilità tattile.

A più sicura conservazione degli animali, il Creatore elevò il tatto al punto da essere giudice non solo dell'organico interno stato dell'essere, non solo delle qualità fisiche degli agenti esterni, ma anche della composizione utile o nociva dei materiali destinati a ciascuna specie per alimento. I nervi tattili sulla lingua distribuiti in una delicatissima mucosa, ammollita continuamente, da vapori, da muco e da saliva, rilevati in moltiformi papille che possono essere investite non solo nella superficie, ma anche nei contorni, da sostanze naturalmente fluide, od opportunamente disciolte, diventano capaci di indicare col piacere o col disgusto il nutrimento conveniente ed il dannoso.

Ma il tatto è posto custode anche dell'apparato respiratorio, e non potendo aver presa sulle tenuissime particelle, che evaporando dai corpi rendono insalubre, pestifera l'aria, fu elevato a tale delicatezza per una ulteriore modificazione, che l'animale, tocco dai maligni atomi, li avverte, li fugge e campa la vita. L'aria attratta dagli organi respiratorii è obbligata a scorrere sopra una delicatissima mucosa, umettata sommamente e distesa in antri, in seni, e sopra le ripiegature ed anfrattuosità ossee delle narici, che si riducono nella loro parte

superiore in angusti spazii. L'aria spinta e respinta in questi vorticosi andirivieni deve ridurre più addensate le volatili particelle in quelle parti, sicchè ne resti possibile una impressione. Anche un particolare epitelio (vibratile) sembra concorrere all'uopo. Ma tutto ciò non era sufficiente per determinare la sensazione relativa alle particelle odorose, perchè i nervi del tatto sono eccitabili soltanto da potenze fluide o solide, o dal loro tremito molecolare, ma alquanto forte. Perciò venne aggiunta una espansione nervosa di moltissima sostanza, ricca di parte cinerea, e propagine dell'istesso cervello, il *nervo olfattorio.*

Alla conservazione dell'individuo e della specie, conveniva che il tatto potesse distinguere non solamente gli oggetti esterni che immediatamente lo arrivano, ma anche molte e molte cose distanti; e vi fu con meravigliosa sapienza provvisto rendendo il tatto così fino da potere toccare un tremito lievissimo dell'aria, o quello, infinitamente più tenue, dell'etere. Due apparati fisici raccoglitori erano indispensabili a quest'uopo, e furono aggiunti appunto, un apparato acustico pel tremito dell'aria, un apparato ottico per le vibrazioni eteree. L'orecchio e l'occhio sono le due macchine sublimi aggiunte, alla perfezione fisica delle quali venne di sopra più unita la sostanza nervea delicatissima, capace di reagire alla più leggiera onda sonora ed alla più piccola vibrazione dell'etere. Ma queste aggiunte ai nervi tattili, non cangiano la base degli organi dei sensi. Tutti hanno per fondamento il tatto. L'occhio posto nel più alto grado di nobiltà per l'ammirando magistero fisico-vitale, onde consta, e per la delicatezza del relativo stimolo che giudica nelle più minute modificazioni, è come gli altri sensi, una particolare maniera di tatto.

Il tatto riceve impressione dai corpi, li sente, li giudica,

perchè direttamente agiscono sulle papille nervee delle parti che ne sono l'organo. Il senso della vista giudica la luce arrivata a contatto immediato della retina..

Per il tatto si esige, che varii muscoli facciano scorrere le dita, od altra parte fornita di simile modo di sentire, sopra la cosa da giudicarsi col tatto; similmente deve moversi l'occhio, per mezzo dei suoi proprii muscoli e scorrere successivamente sui punti del corpo che vuolsi vedere.

Nel tatto la superficie, la figura, la grandezza dei corpi non è giudicata dall' estensione dell' impressione sulle papille tattili, ma dalla successiva azione, che pochissime papille ricevono. Infatti, con due sole dita possiamo giudicare di un contorno molto esteso, di una superficie molto grande. E così appunto avviene dell' occhio che scorre dall' apice alla base una torre altissima, e di cui giudica per impressioni successive e fatte tutte nella regione ossiopica della sua retina.

Col tatto abbiamo da un corpo, per esempio, un piccolo globetto, l' impressione corrispondente all' unità del corpo eccitante, sebbene esaminato contemporaneamente da due dita, poniamo indice e medio. Così con due occhi vediamo un oggetto solo. Ma non sì tosto incrociando le dita, sicchè il medio tocchi ove giungerebbe l' indice, e questo poggi sulla parte naturalmente destinata al medio, abbiamo l' impressione quale sarebbe di due globetti. Con simile artificio possiamo illuderci da dire doppio il dorso, o l'apice del nostro naso. Ed appunto così è cogli occhi. Nella loro naturale direzione due occhi presentanci l' unità degli oggetti; si prema all' insù od all' indentro un occhio, in modo da rendere variati i due assi oculari, e tutto ci apparisce doppio.

Una impressione continuata e forte sul tatto lascia un senso consecutivo più o meno durevole e variato a norma della

qualità fisica del corpo eccitante, e così la retina dall'impressione forte e continuata di corpo lucente coloro, od incoloro, produce figure, colore, macchie consecutive variabilissime.

La delicatezza dell'epidermide o dell'epitelio, la congestione alla cute od alle mucose, l'eretismo nerveo cerebro-spinale pervertono il tatto per eccessiva eccitabilità, e analoghe affatto sono le imperfezioni della vista per tenuità o mancanza del pigmento nero, per congestione, per eretismo nervoso. Nell'uno e nell'altro senso opposte condizioni danno opposte imperfezioni.

Le condizioni per l'esercizio del tatto e della vista, sono comuni ad ambedue i sensi, come lo sono per tutti gli altri sensi indistintamente. Come in tutte le sensazioni l'atto finale è simile cioè, è un moto molecolare cerebrale avvertito dall'anima che vi attende.

Per dire della necessità dell'attenzione dell'anima nell'esercizio della vista, richiamerò il Lettore alla propria esperienza. A piacere coll'attenzione si rende la visione più distinta e forte, più ricca d'impressioni e d'imagini, ed al contrario quante volte sopra pensiere, non vediamo gli oggetti presenti; e malgrado che l'occhio sia fermo sopra di loro, o fisso nell'aspetto di vicina persona, nè questa nè quelli discerniamo. I moti molecolari prodotti dall'impressione operata sulla retina, e rimessi al cervello, sono inutili e persi, quando l'anima non avverte che i movimenti compagni della sua meditazione.

L'occhio, siccome una più elevata modificazione del tatto, siccome un senso chiamato ad estendere in modo sorprendente la sfera delle idee di oggetti, anche assai lontani, doveva essere più sicuro nella sua funzione dello stesso tatto, che gli è base o quanto meno egualmente sicuro nelle sue percezioni. Mi fa stupore, come all'appoggio di una teoria zoppicante abbia po-

tuto l'uomo sospettare, anzi ritenere, l'occhio primitivamente costruito e destinato ad errare per essere poi a poco a poco corretto dalla scuola del tatto perchè possa debitamente servire! L'occhio, che ingrandisce l'uomo al punto di godere con un solo sguardo quella gran scena che offre il creato, che a lui si schiera avanti in una estensione, che ha per limiti la terra ed il cielo! L'occhio, che è capace di leggere in altrui l'amore e l'odio, la calma del contento, o i tumulti dell'ira e dello sdegno, doveva essere un errore di creazione? Tutti i sensi si soccorrono a vicenda, e contribuisce ciascuno all'ingrandimento ed alla sicurezza delle sensazioni; e l'occhio, a luogo di essere l'umile dipendenza del tatto, è guida e correttore del tatto e degli altri sensi in ben molte circostanze. Le distanze sono misurate dall'occhio in una estensione, che il tatto non arriva mai; l'unità dell'oggetto, che, incrociate le dita giudicherebbero doppio, è avvertita dalla vista. Un petalo di rosa che, posta fra l'indice ed il pollice non si conosce dal tatto, è enunciato dall'occhio; la diversità di liquidi insipidi ed inodori, di temperatura e densità eguale, non sono giudicati dal tatto, ma distinte dall'occhio pei variati colori. L'abito di molte piante velenose è indice all'occhio della malefica virtù di quelle, prima che il gusto o la triste prova del danno, che produr possono, la disvelino. Un odore, un suono che l'olfatto o l'orecchio non sanno precisare d'onde provenga, è spesso con facilità giudicato nella sua provenienza e direzione dalla sola vista.

Se organi perfetti e di giusto rapporto cogli oggetti esteriori sono il tatto e le sue modificazioni, gusto, olfatto, udito, non meno perfetto e giusto, è il rapporto dell'occhio colla luce che ne deve eccitare le maravigliose percezioni, quantunque di una costruzione risultante da parti variatissime. Cia-

scuna di esse concorre colla propria vita, colle proprie qualità ed azioni al grande atto della vista (1).

Concorrono alla visione tutte le funzioni delle singole parti dell'occhio in un modo esattissimo.

SCLEROTICA.

La sclerotica, membrana tenace, fibrosa, molto resistente e di forma sferica, costituisce la ragione principale della forma dell'occhio; è difesa alle membrana coroide e retina; nel legamento ciliare si lega e si unisce intimamente colla coroide e coll'iride; colla sua resistenza serve di punto d'appoggio ai movimenti dell'iride. Serve di concerto colla cornea a contenere gli umori dell'occhio. Serve la sclerotica d'ingresso al nervo ottico ed ai vasi sanguigni arteriosi, all'uscita dei vasi reduci, d'attacco ai tendini dei muscoli proprii dell'occhio. Serve d'appoggio e d'attacco alla congiuntiva anteriormente; è aderente per cellulare al cuscinetto adiposo, che riempie tutto l'interstizio lasciato posteriormente al globo dell'occhio tra i muscoli ed il nervo ottico; e serve finalmente di appoggio e di attacco alla glandola lacrimale. Molteplici sono adunque i servigi che la sclerotica presta all'apparato della visione.

CORNEA.

Questa membrana fibrosa, molto densa e resistente compie la parte anteriore dell'occhio incastrandosi nel cerchietto ro-

(1) Alla vista servendo ogni parte del globo dell'occhio colla sua tessitura; colle sue qualità fisico-vitali, e co'suoi atti, chiamai il complesso di questi servigi che prestano alla vista le singole parti col nome di funzione, scostandomi alquanto dallo stretto senso, con cui usasi generalmente in fisiologia, la parola funzione.

fondo anteriore della sclerotica ed aderendovi assai tenacemente. Da questa natura della cornea ne viene stabilita la forza fisica dell'occhio nella parte anteriore che ritiene l'acqueo e gli altri umori e ne limita colla sua resistenza la secrezione. La continua pressione dell'apparato fibroso della cornea e la secrezione facilissima di questo umore nuocerebbero alla delicatezza della retina se non vi fosse una controforza alla resistenza della cornea, che viene fatta dall'attacco del corpo ciliare della coroidea, della jaloidea e di questa alla cristalloide. Viene così riportata la resistenza all' accumulo dell' acqueo dalla cornea alla faccia anteriore del cristallino, al corpo ciliare ed unita jaloide, e così all' attacco anteriore del corpo ciliare, vale a dire al legamento ciliare, che perciò diviene punto di appoggio, che difende la parte delicatissima nervea, che si adagia mollemente tutto all' intorno della convessità della jaloidea.

Quest'ufficio della cornea è indiretto, serve poi essa alla vista direttamente colla sua grande trasparenza, e concorre colla sua forma sferica alla formazioue della lente convesso-convessa anteposta alla retina.

UMORE ACQUEO.

L'umore acqueo serve colla sua grande trasparenza alla visione; ma l' importanza che egli ha nell'atto visivo e non minore della sua trasparenza, è quella che ne viene dalla sua fluidità. Un corpo trasparentissimo solido avrebbe nociuto ai molti, celerissimi ed istantanei movimenti dell' iride, membranella sottilissima che aveva di necessità di trovarsi nuotante in un fluido, che nell' atto che la tiene libera dalle parti solide, ne permettesse i movimenti colla minima resistenza.

La forma di quest'umore dipendente dalla concavità interna della cornea e dalla superficie convessa della lente avrebbe mai utilità per l'acromatismo dell'occhio? Per me ritengo che sì.

L'organo produttore di questa limpidissima secrezione non si disvela facilmente. Si disse essere i processi ciliari le fonti di questo liquido; ma l'anatomia comparata dà una mentita a questa proposizione, perchè nei pesci havvi acqueo e non vi sono processi ciliari. Una mentita dà pure a questa ipotesi l'osservazione dell'occhio nel suo sviluppo. Quando l'iride è imperforata ancora e nei casi di cecità prodotte da persistenza della membrana pupillare, trovasi la camera anteriore dell'occhio ripiena d'acqueo, senza che essa comunichi colla posteriore, unica sede dei processi ciliari. Dunque non i processi ciliari, ma le pareti delle due camere esalano questo fluido. Probabilmente in questa esalazione ha gran parte la membrana detta di Demours, di Descemet, di Duddel o più chiaramente membrana dell'umore acqueo. È difficilissimo dimostrare l'esistenza di questo stratarello membranaceo, però l'azione della potassa caustica e la vecchiaja rendono possibile il distacco dalla cornea di lembi di questa esilissima membranella. De-Michelis crede che esistano da principio due membrane analoghe nelle due camere che separano l'umore isolatamente prima che si laceri la membrana pupillare, e che dopo si pongano in comunicazione per la pupilla colla loro cavità e secrezione.

Sarebbe mai la membrana Duddelliana lo strato di finissimo epitelio, che tappezza le pareti delle camere oculari? sarebbe mai la secrezione dell'acqueo una semplice esosmosi dai vasi jalini di esse? ciò che si può dimostrare è soltanto la grande forza d'endosmosi e d'esosmosi di queste parti, la cornea avvizzisce celeremente dopo la morte, ed assorbe con molta avidità l'acqua in cui s'immerga per qualche tempo l'occhio.

Ammessa l'esistenza della membrana dell'acqueo per essere trasparentissima ed esilissima, non merita alcuna particolare considerazione nel rapporto di sua fisica e diretta influenza sulla vista.

IRIDE.

Fra le parti che presentano alla visione sommo vantaggio, è al certo l'iride. Essa è un diaframma vivo, sensibile e contrattile, in modo d'adattarsi a varii gradi di luce; ad una luce leggiera si accomoda colla contrazione delle sue fibre raggianti dirette dalla pupilla alla grande circonferenza, sicchè la pupilla s'allarga ed ammette un numero più grande di raggi che, riuniti nel foco, possono costituire un eccitamento sufficiente per la retina. L'iride riduce al giusto grado la luce troppo intensa, contraendo le fibre circolari e restringendo la sua pupilla in modo, che appena passino i raggi dell'asse ed i suoi vicinissimi, cioè quelli soli che possono riunirsi in un foco. In questo secondo caso l'iride aggiunge difesa alla sensibilità della retina ed alla sua delicata organizzazione, ribattendo colla sua superficie anteriore opaca i raggi nocivi per soverchia quantità. L'opacità dell'iride è grandemente aumentata dall'uvea. L'uvea posta a tergo dell'iride, non può assorbire direttamente i raggi luminosi, come fanno i processi ciliari ed il corpo ciliare, ma addensa l'ostacolo che pone l'iride ai raggi nocivi, ne perfeziona il valore, senza aggravarne gran fatto il peso e lo spessore. Con ciò la retina è posta nella condizione utile di potere essere impressionata da corpi molto illuminati senza disturbo fisico, senza molestia e dolore, ed è con ciò vie meglio garantita la delicatissima sua organizzazione e tutta la vita sua.

L'azione quasi istantanea dell'iride esigeva una grande ric-

chezza di nervi, onde i movimenti suoi fossero esatti e pronti all'uopo; ed infatti, questa parte è ricchissima di nervi, e sembra che per lei quasi esclusivamente sia formato l'intreccio nervoso dei nervi ciliari.

L'iride serve inoltre, co' suoi movimenti, ad adattare l'occhio alle diverse distanze. Di fatti, l'osservazione d'un oggetto vicino è accompagnato, a pari circostanze, da ristringimento della pupilla, e l'osservazione di un oggetto lontano porta la di lei dilatazione. Anche questo adattamento dell'iride alla varia distanza degli oggetti è portentosamente celere, e dipende, come assai bene rilevò Müller (1), da un movimento dell'iride diverso da quello eccitato dalla forza della luce. Questo movimento è legato direttamente col moto totale dell'occhio, con cui se ne dirige all'oggetto l'asse. L'iride si ristringe costantemente dirigendo gli occhi all'interno, e si allarga la pupilla nella direzione degli occhi paralella, od all'esterno. Quando l'occhio si porta all'interno, si accomoda alla vista distinta vicina, mentre che allontanandosi gli assi dei due occhi per divenire paralelli, si adatta l'occhio alla vista distinta degli oggetti lontani, e finisce ad essere possibile per le più grandi distanze.

Però, i movimenti dell'iride, siano riflessi per azione della luce della retina, siano associati ai movimenti dei muscoli che dirigono l'asse dell'occhio, sono sempre dipendenti dal nervo oculo-motore comune, e precisamente per la sua influenza sul ganglio oftalmico e sui nervi ciliari che ne sortono.

I movimenti dell'iride, nell'adattarsi l'occhio alla visione d'oggetti di varia distanza, sono dimostrati dal fatto, e quindi innegabilmente inservienti a questo fine. Ma bastano essi, o vi sono altre mutazioni dell'occhio coinservienti allo stesso fine?

(1) Manuel de Physiologie. Paris, 1851, pag. 556.

Si disse allungarsi l'asse dell'occhio per azione dei muscoli estrinseci a lui, retti od obliqui; ma l'osservazione non prova il fatto. Si disse allungarsi e stringersi per virtù propria il cristallino; questa è una asserzione ipotetica del tutto, e senza dimostrazione; si disse rendersi più o meno convessa la cornea; ma ciò non si vede mai in chi porta la vista da un oggetto vicino ad uno lontano. Potrebbe essere mosso nell'interno il cristallino dal corpo ciliare? vediamo l' ufficio del corpo ciliare.

COROIDEA.

Il legamento ciliare è il punto fisso e d' unione della coroidea, dell' iride e cornea. Nell'interno ed al punto di concorso di queste parti si prolunga il corpo ciliare all'incontro della lente, su cui appoggiando, gli forma una nera cornice e si attacca poi alla jaloidea, in cui è collocata la parte posteriore della cristalloide. Risulta così dietro l'iride una specie di pupilla più larga, e fatta dal corpo ciliare. Questo corpo non ha la contrattilità muscolare dell' iride essendo un ammasso cellulo-vascolare, nè si può supporre essere capace di rigonfiarsi di sangue, o di avvizzirsi celerissimamente e ad ogni istante che cangiasi la distanza dell' oggetto che si osserva. Ma aderendo in parte all'iride assai contrattile, potrebbe essere stirato dall'esterno all'interno il corpo ciliare, e divenire indirettamente quella potenza che comprime la periferia della capsula della lente e gli strati semi-fluidi corrispondenti, sicchè nella parte anteriore, ove la lente non è a contatto che coll'umor acqueo, divenga più sporgente la capsula, e quindi più sferica la sua superficie ed adattata ad una distanza maggiore o minore, mutando la focale al bisogno? È questa una supposizione senza alcuna dimostrazione, ed ammessa anche

senza prove, non giova perciò che si conosce dall'esperimento di Haldat. Egli fece entrare in una camera oscura un raggio solare per una apertura di 10 a 12 millimetri ed a traverso della lente cristallina dell'occhio di un bue, ricevette su di un piano l'imagine del sole. Frappose di poi tra il cristallino ed il porta-luce una lente biconvessa del foco di 0^m,55. Quantunque i raggi da prima paralelli, fossero resi per lente aggiunta convergenti, l'imagine rimase nel foco medesimo, soltanto prese maggiore chiarezza. Alla lente biconvessa sostituì una lente biconcava, avente ciascuna superficie il foco di 0^m,12. I raggi fatti divergenti resero un'imagine meno chiara e meno estesa, ma al medesimo punto focale. L'invariabilità del foco del cristallino rimarrebbe perfetta, ammessa anche la leggerissima mutazione di sfericità sopra indicata.

Chi brama leggere in proposito compendiate le più belle teorie scritte per ispiegare la chiara visione a diverse distanze, consulti Mueller (1), Longet (2), Béraud (3).

Se il cono lucido nell'occhio ha una linea focale, come calcolò Sturm, variabile da 1 a 2 millimetri; se, come calcolò Olbers, la distanza dalla retina al cristallino non avrebbe bisogno di cambiare che circa due millimetri per qualunque distanza di oggetti da quattro pollici all'infinito; se i movimenti dell'occhio, indispensabili per situarsi in modo che l'asse del cono obbiettivo venga a colpire la retina nella sua regione ossiopica, sono legati ad un cangiamento della pupilla conveniente perchè il fascio luminoso sia più o meno grande, sempre però di natura di avvicinarsi alla linea immutata dell'asse; torna verosimile che bastino alla modificazione leggerissima

(1) Manuel de Physiologie. Paris, 1851, pag. 529.
(2) Traité de Physiologie, 1850. Tom. II, pag. 56.
(3) Manuel de Physiologie. Paris, 1853, pag. 515.

dell'interno dell'occhio voluta per la visione a diverse distanze, i soli movimenti dell'iride prodotti dal moversi dell'occhio, mentre va adattandosi alla giusta direzione dell'asse visuale.

Il corpo ciliare non concorre al movimento interno dell'occhio necessario, perchè esso si adatti alla visione nelle diverse distanze. L'ufficio del corpo ciliare viene quindi ad essere quello di un corpo assorbente i raggi inutili alla retta visione; di un corpo che forma una seconda ma più larga ed immòbile pupilla, ossia un vero secondo diaframma dell'occhio, è un corpo che congiunge la coroidea, la jaloide, la sclerotica, la cristalloide, ed è una via pei nervi ciliari, che deggiono dare e moto e senso all'iride, ed annessi.

Anche il rimanente della coroidea è un mezzo che molto perfeziona la vista col suo pigmento nero. Questo assorbe i raggi luminosi che renderebbero confusa l'impressione sulla retina. È questo un fatto ammesso senza eccezione dai fisici e dai fisiologi. Ma un'altra funzione molto importante parmi doversi attribuire a questa membrana eminentemente vascolare e che esiste anche negli occhi degli albini, ove manca il pigmento nero. Essendo una membranella vascolare eminentemente, è destinata ad esportare l'umore, che molto abbondante trasuda dalla jaloidea. Se levasi dall'occhio di qualsiasi animale fornito di lente e vitreo questo umore, in brevissimo tempo vedesi la jaloidea circondata d'acqua. È causa di questa abbondante esosmosi la somma sottigliezza della jaloidea. Grandissimo ne è l'avvantaggio che durante la vita questa esalazione presta per la rinnovazione del vitreo, e per la necessaria mollezza in cui deve essere mantenuta la retina. Questa abbondante esalazione esige una via facile di assorbimento ed in giusta proporzione, perchè si mantenga rinnovato con notevole celerità l'umore, senza cangiare di massa e di volume, e questa via si

ha appunto nella tonaca vascolare della coroidea, le cui vene, a pareti sottilissime, sono più che adattate a quest'ufficio. L'anteriore regione della coroidea, che distinguesi col nome di corpo ciliare, fu oggetto di molto studio principalmente da parte di Ribes. Ho già indicata l'inammissibilità che serva ai moti della lente, o che esso od i processi ciliari servino alla secrezione dell'umor acqueo. L'opinione che serva principalmente ad assorbire i raggi luminosi i più obliqui, che cadono nella regione amaurotica anteriore, ed i quali riflessi, come da uno specchio, sconvolgerebbero l'imagine da pingersi nel fondo dell'occhio, ha l'appoggio del fatto fisico, e sotto questo riguardo il corpo ciliare costituisce un mezzo di perfezione alla vista. Ed infatti, quanto più neri sono l'uvea, il corpo ciliare e la coroide, tanto maggiore suol essere la resistenza cæteris paribus alla luce e viceversa. Così gli albini vengono abbagliati da una luce anche leggiera, ed i neri veggono distintamente a luce fortissima.

LENTE CRISTALLINA.

La lente cristallina fermò singolarmente l'attenzione degli studiosi e gli si attribuì un'importanza massima nella visione; ma gli Oculisti, co' diversi metodi con cui la smovono e la levano dagli occhi dei catarattosi, hanno col fatto dimostrato che non è indispensabile alla vista. La sua forma singolare, gli strati di diversa consistenza da cui risulta, l'essere collocata in lenti trasparenti, vitreo ed acqueo, di forma opposta, fecero nascere all'Eulero la felice idea, che l'occhio fosse un apparecchio acromatico, e che si potessero fare, imitandolo, lenti acromatiche. L'esperimento corrispose all'idea concepita a priori, e l'occhio insegnò alla Fisica lenti acromatiche. Il dubitare adunque che ufficio della lente sia questo, quando

ogni altro attribuitogli è rifiutato dalla esperienza, non parmi logico.

Se l'acromatismo dell'occhio non è assoluto e perfetto, come provano fine esperienze di fisici di primo ordine contro l'acromatismo, non è per questo nullo; e l'iride che tanto giova a correggere l'errore di sfericità, concorre se si vuole all'emenda dell'errore di refrangibilità; ma il rifiutare poi ogni influenza in questo fenomeno agli umori dell'occhio ed alla lente, parmi ingiusto. Sull'acromatismo dell'occhio merita d'essere letta l'opera di Vallée. Questo fisico si è persuaso che ad una certa distanza l'occhio nostro può essere sì acromatico, come le nostre migliori lenti.

La capsula della lente è una trasparentissima membrana, che in sè produce e contiene l'umore cristallino. È dessa che mantiene la forma agli strati mollici periferici della lente colla sua resistenza ed elasticità. È la capsula che mantiene i giusti rapporti della lente colle altre parti vicine. Colla sua faccia anteriore è a contatto dell'acqueo, e sta libera rimpetto all'uvea; col suo contorno dà appoggio ai processi ciliari, si unisce al corpo ciliare; e per quest'ultimo al legamento ciliare, ed alla sclerotica. Col suo contorno e colla sua parte posteriore è intimamente unita alla jaloide. Tagliata, spreme fuori dal suo interno colla sua elasticità e contrattilità cellulare la contenuta lente. Colla sua grande trasparenza fa parte della lente acromatica anteposta alla retina, ed ove si appanni od oscuri, cagiona perdita della percezione delle imagini, non arrivando più alla retina che pochissimi raggi capaci di eccitare non più che una percezione semplice di luce.

La sua connessione indiretta col legamento ciliare per mezzo dei vincoli della jaloide e corpo ciliare, concorre a notevole difesa della retina. L'umore acqueo è limitato nel facile suo

accumularsi dalla resistenza della cornea trasparente in avanti, e dalla resistenza della cristalloide posteriormente, come dai lati delle camere all' ingiro. Se la cristalloide non si stesse in sicura posizione per l'accennata unione indiretta col legamento ciliare, la resistenza e la pressione cadrebbero al fondo dell'occhio, e ne verrebbe lesione alla impressionabilità della mollissima sostanza nervea, ed ai suoi moti molecolari.

CORPO VITREO.

Il corpo vitreo serve, colla sua trasparenza sorprendente, come corpo diafano alla visione; colla sua forma e chimica natura, all'acromatismo dell'occhio; colla sua forma e volume, a dare alla jaloidea ed alla retina molle appoggio e a tenerle convenientemente distese; ed ha, per ultimo, l'importante ufficio di servire, colla sua abbondante esalazione, alla voluta mollezza della retina.

Sotto questo rapporto il nervo acustico e l' ottico trovansi nell' ultima loro distribuzione in circostanze affatto analoghe. I teneri sacchi che costituiscono il labirinto membranoso dell'orecchio, hanno nell' interno l' endolinfa, che assai bene può dirsi vetreina dell'orecchio, umore che serve all'udito direttamente col suo tremito, indirettamente coll' umidità in cui mantiene l'espansione nervosa, come il vitreo dell'occhio parimente serve alla vista direttamente colla sua pellucidità, indirettamente col suo vapore, con cui su tutta l'estensione della retina conserva il necessario umidore.

L'ufficio della jaloidea è evidente. Essa serve a secernere e contenere il vitreo, ed a favorirne l'esosmosi, ed a condurre innumerevoli vasellini arteriosi alla cristalloide. È singolare la distribuzione della jalöide; essa offre nel suo interno mille tramezzi e cellule ripiene della tenuissima acqua, che chiamiamo

complessivamente umore vitreo. Una cavità sola e molto estesa esigeva od una tessitura nelle pareti molto robuste e dense (ciò che avrebbe nociuto alla facilità somma dell'esosmosi) o sarebbe stata di volume incostante ora troppo distesa, ora troppo avvizzita. Nell'uno e nell'altro caso era meno atta a conservare nella sua giusta posizione la retina senza compressione e continuamente umettata dal vitreo che trasuda, come è necessario per la visione. Così anche doveva la parte anteriore essere ferma ed è infatti immobile, perchè unita al corpo ciliare, e per lui al legamento ciliare della sclerotica, così riceve un sicuro punto d'adesione e d'appoggio a vantaggio della retina. Non so se sia possibile rinvenire altro mezzo, che quello usato nella jaloidea dalla Natura, onde avere nel tempo stesso un organo tenerissimo e che serva di dolce contatto alla retina; un organo secernente abbondantissimo umore senza pericolo di volume eccedente e pressione molesta alla delicatissima retina; un organo che nel tempo stesso sia in continua vaporosa esalazione e trasparentissimo. Il vitreo e la jaloide coll'unita capsula e lente sorprendono quando si levano da un occhio fresco per la loro purissima pellucidità sebbene vi siano e vasi e circolazione.

Ma un altro importante servizio rende la jaloide alla visione. Essa riceve la tela celluloso-vascolare della retina che si prolunga al di là dell'ora serrata nel corpo ciliare, ossia la così detta zona dello Zinn. Ed importante servizio trovo esser questo, perchè così la retina è ritenuta nella giusta sua distensione dall'avanti all'indietro per la immedesimazione della jaloide coll'espansione fina e cellulosa della retina. Questa espansione cellulare e terminale della retina meriterebbe il nome di legamento retinico.

RETINA.

La membrana nervosa è l'atrio immediato per la visione; è la parte viva che deve reagire all'urto della luce.

La retina serve alla vista solamente colla regione ossiopica, e colle regioni ambliopiche; ma in un modo differente, colla prima, e quando su lei sia guidato l'apice del cono luminoso, serve alla percezione di figura, colorito, grandezza, moto, quiete, vicinanza o distanza degli oggetti, loro numero, ecc. Colle seconde, impressionate dai raggi dispersi, ha la percezione di luce. Le regioni ambliopiche, poste vicine alla piega ed al fondo dell'occhio, possono supplire alla regione ossiopica, quando su di essa venga diretto l' apice del cono visuale, come in caso di pupilla artificiale.

La Fisiologia è guida nel determinare i gradi della sensibilità della retina nelle dette regioni; ma vi ha un fatto che la pratica insegna, e che colla fisiologia non possiamo raggiungere; ed è, che le due retine hanno dei punti, i quali nell' esercizio della loro sensibilità si corrispondono così bene, come nelle dita d'una mano le papille dei nervi del tatto, che sebbene molte siano al contatto di un oggetto distinte tra loro di luogo ed interrotte, non presentano che una sola sensazione. Nella retina si corrispondono il lato interno d'un occhio e l'esterno dell'altro, le due parti inferiori e le due superiori. Questa osservazione, tutta empirica, conduce a ritenere che i due occhi nell' agire siano da considerarsi l'uno verso l'altro come mezzo di perfezionamento nella visione, o come complemento di un solo apparato. Così dai due occhi non solo è posto che possiamo misurare un orizzonte, che corrisponde alla metà d' un cerchio, quando non ne vedremmo

che un quarto con un occhio solo. Con un solo occhio non possiamo giudicare bene della posizione esatta degli oggetti poco lontani; è noto l'esperimento che non possiamo afferrare facilmente con un bastone uncinato un anello situato alla distanza di cinque piedi, tenendo chiuso un occhio, e che facilissima riesce la prova tenendoli aperti amendue. Due coni luminosi agiscono su due punti corrispondenti delle retine, quando coi due occhi si miri un unico oggetto in modo che questo si trovi nel punto d'intersezione dei due assi ottici, e ciò è tanto vero, che se ponganlsi due oggetti similissimi nella direzione al di là ed al di qua del punto di convergenza, se ne vede uno solo. Infatti, nello stereoscopo i due tubi mobili sono inclinati in modo, che i loro assi s'incontrino in un luogo determinato, e perciò sottoposte due imagini simili, non abbiamo che la sensazione d'una sola.

L'uno degli occhi è anche da ritenersi supplemento dell'altro, perchè dal concorso della loro azione si giudica meglio del rilievo dei corpi. Lo stereoscopo ne dà una prova palmare, così che dalle due figure qui unite si ha, collo strumento del Weasthone, non solo l'imagine di un corpo solo, ma anzi di un cubo, colla figura 23, e di una piramide colla figura 24,

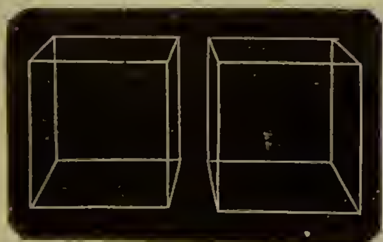

Fig. 23.


Fig. 24.

e ciò vale delle mille figure complicate, che possono combinarsi sul medesimo principio.

La considerazione che due colori diversi ci danno una

sensazione di un color misto, e se essi sono complettivi, producono la sensazione del bianco, fa supporre che i punti corrispondenti siano forniti di fibre, che nel cervello si unificano, altrimenti è incomprensibile come si identificano gli effetti delle due impressioni.

Ma la Scienza non è ancora al grado di valutare debitamente questi fatti, nè le imagini consecutive e subbiettive tanto varie, che la nostra retina ci presenta nell'esercizio di sua funzione.



PARTE SECONDA

OSSERVAZIONI ED ESPERIMENTI SUL GUSTO

CENNO STORICO.

Nel 1834, il professore cavaliere Panizza pubblicava uno scritto interessante per il Fisiologo col titolo: *Ricerche sperimentali sopra i nervi, lettera diretta al professore cavaliere Buffalini.*

Le vivi-sezioni in essa riferite confermano:

1.° L'osservazione dello Scarpa (1), Soëmmering (2), che ambedue le radici dei nervi spinali concorrono alla comunicazione coll' intercostale.

2.° Confermano quanto aveva già dimostrato il Fontana (3), e ripetuto Soëmmering (4), che i rami dell' intercostale senza punto comunicare col sesto non altro fanno che avvolgersi ed avviticchiarsi strettamente intorno al nevriloma di questo nervo.

3.° Confermano la scoperta della duplice radice e distinta funzione di ciascuno di esse. Questa scoperta è generalmente attribuita a Bell (5).

(1) Anotomicarum annotationum, Lib. I, § XI, pag. 18.

(2) De corporis humani fabrica, Tom. IV, § CLVIII, pag. 148.

(3) Brugnatelli. Giornale fisico-medico, Tom. III.

(4) Soëmmering. Sulla Struttura del corpo umano, traduzione del Dottore Giovanni Batlista Duca. Crema 1819, pag. 223.

(5) Bazin. Du Système nerveux. Paris 1841, pag. 89: « Les resultats des expériences de ch. Bell, imprimé en 1811, mais non publié, ne fut connu que des amis de l'auteur; le doct. Cook en parla dans un ouvrage qu'il publia au mois de mars 1824. M. Schaw répéta devant les élèves de M. Bell, les experiences qui prouvaient l'existence de deux espèces de nerfs. On en publia le resultat dans la Medical and physical Journal pour le mois d'octobre 1822. »

4.° Confermano la facoltà motrice del settimo paio dei nervi cranici e la sensifera della seconda branca del quinto. Fu Bellingeri di Torino, che nel 1818 ebbe pel primo il fortunato pensiero degli usi distinti del settimo e del quinto, cui diede cogli esperimenti dimostrazione evidente Fodera nel 1822.

5.° Confermano la virtù motoria dell' ipoglosso, come conoscevasi già fino da Galeno. Da Galeno fino a Boerhaawe nessuno dubitò essere l'ipoglosso motore. Boerhaawe lo disse senziente e gustatorio. Ma l'Haller col taglio dell'ipoglosso distrusse l'errore boerhaawiano.

Però la parte più interessante di questo lavoro è quella che risguarda la funzione del nervo glosso-faringeo; e divenne occasione di moltissime esperienze e di molte scritture. Dopo Bell si riteneva che il glosso-faringeo avesse per ufficio di sopraintendere ai moti della deglutizione (1). Non mancava per altro chi a lui assegnasse anche la proprietà di servire al gusto (2). Ma la Fisiologia, che per induzione così pensava, non aveva ancora la prova di fatto. Questo servigio le veniva dagli esperimenti del cavaliere Panizza. La condizione dei sensi che sono forniti di un nervo speciale suggerì al lodato autore l'idea che anche nella lingua vi fosse un nervo speciale, e che questo fosse il glosso-faringeo. Diede a siffatto pensiere la prova sperimentale di moltissime vivi-sezioni, specialmente di cani. Evidente appare dalle vivi-sezioni che la parte della lingua investita dal filo terminale del glosso-faringeo gode di gusto squisito, e la conclusione fu, che il nervo glosso-faringeo fosse il vero nervo gustatorio, il nervo specifico per il gusto. Il linguale del quinto fu ritenuto semplice nervo tattile, e l'ipoglosso il nervo destinato a determinare ogni moto volontario eseguibile colla lingua.

(1) Vedi Ricerche sperimentali sopra i nervi, lettera del professore Panizza. ecc.. pag. 19.
(2) L. c. lin. 12-14.

Ripetendo gli esperimenti proposti dal cavaliere Panizza, divennero difensori della virtù sensuale o specifica del nervo glosso-faringeo, Uomini di primo ordine: Marschal Hall, Bruceton, Burns, Valentin, Beruti, Sachero, Vagner, Vernière ed altri. Ripetendo gli stessi esperimenti sui cani, non meno celebri Vivi-Settori: Magendie, Müller, Mayo, Gurl, Kornfeld, Magistel, Reid, Gujot, Cazalis, Carus, Arnold, Wolkmann, Morganti, Biffi, Bérard e Longet, negarono all'appoggio dei risultati avuti nelle loro vivi-sezioni virtù specifica del glosso-faringeo, indicarono questo nervo come misto, avente capacità di distinguere le qualità tattili dei corpi, e di eccitare moti in fibre muscolari, e negarono che si potesse togliere al linguale del quinto la facoltà gustatoria, già in lui riconosciuta dagli antichi.

Questa differenza di risultanze e di giudizii mi persuase che la sola via delle vivi-sezioni non potesse bastare a condurre alla soluzione della questione, e mi posi a ricercare altri mezzi onde potere nell'insegnamento indicare alla studiosa gioventù l'opinione tra le due preferibile.

Mi si affacciò da prima il pensiere di consultare i fatti patologici, e ritrovai in Valentin (1) una diligente raccolta di casi di paralisi, e di primarie imperfezioni di questo o quel nervo cerebrale diretto alla lingua. Dalla consulta di quei casi per altro ritorna piuttosto oscurità che aiuto alla soluzione bramata della controversia, trovandosene accennati di favorevoli all'una ed all'altra opinione. I fatti patologici di paralisi del nervo facciale (nervo motore) combinata colla perdita del gusto più o meno grave, riferiti dal Gola, da Bernard e da Montault, fanno ancora più confusa la cosa. Il perchè dalla cli-

(1) G. Valentin. De functionibus nervorum cerebralium. Bernæ et Sangalli, Helvetiorum 1839, pag. 42.

nica medica, e dall'osservazione delle mutazioni patologiche, almeno per ora, nulla si può di certo conchiudere sulla proprietà sensuale del glosso-faringeo, o sulla di lui natura mista, sensoria e motrice.

Abbandonata l'osservazione clinica e l'anatomia patologica, mi rivolsi ad uno studio di confronto dell'anatomica condizione dei nervi sensuali o specifici, quali sono il primo, il secondo e l'ottavo paio dei nervi cranici, colla condizione anatomica dei nervi misti, come sono presso che tutti gli altri. La considerazione dell'origine, del decorso delle anastomosi, distribuzione e fine di quelli, e di questi presenta dati costanti, caratteristici e differenziali per l'una e l'altra classe di nervi. Sicchè da questo esame apparisce mancare il glosso-faringeo dei caratteri proprii dei nervi sensuali, ed avere tutti i caratteri anatomici dei nervi misti. Ma questo studio sui morti nervi dell'uomo e degli animali superiori, non può contendere del tutto il merito di una prova desunta da'nervi viventi, e che ha lo scopo appunto di giudicare della relativa funzione dei fili nervosi posti in esame.

Le risultanze delle vivi-sezioni, colle quali la Fisiologia distingue le vitali proprietà dei nervi, e con certezza pronuncia essere il nervo cimentato specifico o misto, mi diedero una seconda serie di prove. Queste osservazioni esperimentali danno un peso gravissimo all'opinione di chi considera misto il nervo glosso-faringeo, e mostrano meritare prevalenza l'opinione che già vigeva in questo secolo prima del 1834, che cioè il glosso-faringeo goda delle facoltà di tatto, di gusto, e presieda a molti movimenti simpatici.

Ma una terza serie di argomenti, e fortissimi, mi diede l'osservazione esperimentale, che sopra la propria lingua può ognuno, quando che voglia, ripetere.

Così convinto dall'anatomia, delle vivi-sezioni e dagli esperimenti sull'uomo vivo e sano, che il glosso-faringeo è nervo misto, e che divide col linguale del quinto, la facoltà di distinguere, qualità tattili dei corpi e sapori, già da molt'anni esponeva in questo senso risolta la questione dell' ufficio dei nervi linguali nella mia scuola, e nel modo che compendiosamente qui pubblico.

Prove desunte dall' anatomia
a dimostrazione che il nervo glosso-faringeo non è specifico.

I fili centrali che costituiscono, come suole dirsi, l'origine del glosso-faringeo, in numero di due o tre, sortono tra le eminenze olivari ed il corpo restiforme, subito sopra ai fili centrali del pneumo-gastrico, cui anzi stanno congiunti. Nel tragitto entro al cranio i fili del glosso-faringeo sono uniti lassamente, e in forma di plesso. Nel foro lacero il plesso si fa più stretto, e tra i suoi fili, come alla sua superficie, si trova una massa grigio-rossastra pel tratto di mezza linea ad una, e che dicesi ganglio dell'Ehrenritter. Formano quei fili un piccolissimo nervo, che appena cede in tenuità al trocleare. Sortendo dal foro lacero posteriore in un canale particolare della dura madre, ed all'avanti del canale proprio del pneumo-gastrico, presenta un ganglietto oblungo di cinque linee circa, denominato petroso dell'Andersch. Questo ganglio petroso è situato un po' più all' inbasso del ganglio del pneumo-gastrico, cui legasi talora con un filo anastomotico. Dallo stesso ganglio ne vengono il nervo timpanico del glosso-faringeo, ed un ramo anastomotico pel ganglio cervicale superiore.

1.° Il ramo timpanico si insinua in un canaletto particolare, s'inoltra nella cavità del timpano. Arrivato alla finestra ro-

tonda manda tre rami, che parimenti penetrano in appositi canaletti ossei. Uno, discendendo, giunge nel canale carotico e si anastomizza col trisplancnico. Gli altri due, ascendendo, danno ramoscelli alla finestra rotonda, alla finestra ovale ed alla tromba eustachiana. Poi, il minore od anteriore dei rami ascendenti, portatosi alla facc iasuperiore della rocca, si anastomizza col ramo petroso superficiale del nervo vidiano, prendendo il nome di gran nervo petroso superficiale. L'altro ramo, ascendente maggiore e posteriore, forma la lunga radice del ganglio acustico detto dell'Arnold.

2.° Il ramo anastomotico del glosso-faringeo colla branca posteriore del ganglio cervicale superiore del nervo simpatico.

5.° Dal glosso-faringeo esce una serie di rami anastomotici che vanno al nervo accessorio del Willis, al pneumo-gastrico, al trisplancnico, nella regione del collo. Manda parimenti rami il glosso-faringeo ai muscoli biventre, stiloioideo e stiloglosso.

4.° Manda filamenti al plesso-carotico, detti appunto carotici o molli.

5.° I nervi faringei del glosso-faringeo si anastomizzano prima coi fili faringei del pneumo-gastrico, dappoi, arrivati alla faringe, si distribuiscono ai di lei muscoli costrittori, superiore e medio.

6.° Altri fili raggiungono la tonsilla, e vi formano il plesso tonsillare.

7. V' ha cogli ultimi fili il glosso-faringeo alla lingua, precisamente alla base, e suddividendosi in molti rami, che si portano alla membrana mucosa corrispondente, forma in gran parte le papille caliciformi (1).

(1) Valentin, Enciclopédie anatomique, Vol. IV, pag. 422 e seguenti, enumera 15 rami anastomotici del glosso-faringeo.

1.° Il timpanico del Jacobson.

2.° Il ramo comunicante colla branca posteriore del ganglio cervicale posteriore.

Questo cenno anatomico dell'origine, dell'andamento della distribuzione e del fine del nervo glosso, dà una guida, onde, previo confronto dell'origine, andamento, distribuzione e fine dei nervi specifici del glosso-faringeo e dei nervi misti, stabilire a priori, che il glosso-faringeo non è specifico.

1.° I nervi specifici, olfattorio, ottico ed acustico, sono veri nervi cerebrali, non semplicemente cranici; i loro fili centrali hanno diretto rapporto colla massa cerebrale.

Il glosso-faringeo è nervo semplicemente cranico; è in rapporto diretto col midollo oblungato, quindi non cerebrale.

2.° I nervi specifici sono originariamente prodotti da cellule cerebrali, con predominio della sostanza nerveo-cinerea.

Il glosso-faringeo viene dal midollo oblungato ed offre predominio della sostanza nervea-midollare.

3.° I nervi specifici, lasciando il cervello, si portano direttamente all'organo sensorio cui sono destinati, non legandosi nel tragitto con rami anastomotici ad alcun plesso.

Il glosso-faringeo è di continuo vincolato con rami di variata natura, del pneumo-gastrico, del facciale, del trisplancnico e vaga disperdendosi nell'orecchio, nei muscoli, nelle tonsille e nella mucosa della lingua.

3.° L'anastomotico superiore col pneumo-gastrico.
4.° L'anastomotico colla branca auricolare del vago.
5.° L'anastomotico inferiore col vago.
6.° Il ramo d'anastomosi coi nervi molli della carotide.
7.° Il ramo faringeo superiore.
8.° Il ramo circonflesso, o nervo stilo-faringeo.
9.° I nervi sotto-tonsillari.
10.° Il ramo anastomotico col nervo stilo-faringeo.
11.° I nervi tonsillari.
12.° Il nervo gustatorio della base della lingua.
13.° Il nervo linguale. Ne dà unitamente una descrizione esatta. Nella compendiata descrizione del glosso-faringeo da me esposta, mi limitai all'enumerazione dei rami più grossolanamente, bastando per la questione far conoscere, che questo nervo vaga colle sue diramazioni in un modo assai distinto.

4.° I nervi specifici sortono dal cranio per mezzo d'innumerevoli forellini ossei, o di forellini in tessuto fibroso, sempre però sortono dalla cavità cranica tramezzo di una lamina piena di fori (lamina foraminulenta). L'olfattorio e l'acustico trovano soccorso alla grande mollezza dei loro fili nei canaletti ossei dell'etmoide e dell'interno meato acustico della rocca petrosa; e l'ottico, ha nella sclerotica la sua lamina cribrosa che ne sostiene le sottilissime fibre, e le accomoda alla conveniente distribuzione.

Il glosso-faringeo ha un tubo involvente unico, come il pneumo-gastrico, l'accessorio, ecc. Ha una uscita dal cranio unica non suddivisa, come ogni nervo misto.

5.° I nervi specifici non si distribuiscono che in cavità, ove, ricevuti da sacchi membranosi sottilissimi, sono continuamente irrorati dal vapore che trapela dai sacchi contenenti un liquido tenuissimo (vitreina del laberinto membranacco, vitreo dell'occhio), od almeno sono i rami dispersi a fiocchi costituenti quasi uno strato nervoso sulla mucosa di una cavità continuamente umettata dal vapore che esala dalla superficie di molte vicine cavità, che sono destinate a mantenere umidissima la tenera membrana olfattoria.

Il glosso-faringeo è multifido nel suo distribuirsi. Nervi, muscoli, ghiandolette e membrana mucosa ricevono fili da lui che formano papille.

Queste osservazioni anatomiche pongono già una differenza tra i nervi specifici aventi un solo ufficio, ed il glosso-faringeo chiamato dal suo distribuirsi a variate azioni.

Se confrontasi all'invece il quinto pajo de' nervi cerebrali col glosso-faringeo, trovansi anatomicamente tra loro questi nervi sommamente analoghi.

1.° Il quinto ha filamenti centrali che si possono accompa-

gnare al solco che sta frammezzo all'eminenze olivari ed i corpi restiformi; e da qui appunto ne viene il glosso-faringeo. Anzi, qualche volta sono procedenti dal pavimento del quarto ventricolo sì l'uno che l'altro nervo.

2.° Sono analoghi nel loro decorso. L'uno e l'altro si disperdono ora in muscoli, ora in ghiandole, ora s'anastomizzano e concorrono a formare sì ganglii che plessi, ora si distribuiscono a membrane in papille superficiali.

3.° Sono analoghi nel fine del filamento che mandano alla lingua. Forma papille nella base della lingua il glosso-faringeo; e fornisce alla superficie del dorso, apice e lati della lingua, papille numerosissime, il linguale del quinto.

4.° Come il quinto, forma il glosso-faringeo un ganglio, dopo cui legatosi ad altri filamenti nervosi, offre la duplice proprietà del senso e del moto.

Dunque, l'osservazione anatomica mostra il glosso-faringeo non sensuale o specifico, ma misto e molteplice nella sua destinazione come il quinto.

Prove contro la natura specifica del glosso-faringeo desunte dalle vivi-sezioni.

Io non riporterò in questo luogo le innumerevoli vivi-sezioni fatte allo scopo di precisare l'ufficio del glosso-faringeo nella sua destinazione come nervo pel gusto; ma accennerò semplicemente le vivi-sezioni che ne provano, a non dubitarne, la natura mista.

1.° I nervi specifici tagliati, irritati, lesi, non dolgono; i nervi forniti del senso tattile, tocchi, od irritati, dolgono sommamente.

Ora, il glosso-faringeo tagliato dà forti dolori, dunque non è specifico, ma gode della sensibilità tattile.

2.° I nervi specifici irritati, compressi, tagliati non determinano contrazioni dirette, non distribuendosi a' muscoli. Il glosso-faringeo determina dirette contrazioni negli esperimenti di Longet, di Müller, Wolkmann e de' Vivi-settori Morganti e Biffi, come rettificarono in una lettera diretta al Müller posteriormente all' opera che pubblicarono a dimostrazione della sensibilità tattile propria del glosso-faringeo. Dunque, per questi fatti positivi che annullano le risultanze negative, il glosso-faringeo è sensorio e motore. Le vivi-sezioni adunque con cui la Fisiologia stabilisce la facoltà tattile e motoria dei nervi in genere, provano la natura mista sensoria e motrice del glosso-faringeo.

Esperimenti fisiologici a dimostrazione della natura mista del glosso-faringeo.

I nervi sensuali o specifici nello stato fisiologico, non sono eccitabili che da uno stimolo imponderabile, luce, suono, odori. I nervi sensorii sono eccitabili al dolore da mezzi meccanici, chimici dinamici, vale a dire da mezzi ponderabili, molteplici e differentissimi. Ora, il glosso-faringeo è determinato all'azione sua appunto da ben diversi stimoli, ponderabili, fisico-chimici; dunque è sensorio non sensuale, come evidentemente prova la natura degli stimoli che lo mettono in azione.

La qualità degli stimoli pone una grave distinzione tra i nervi sensuali ed il glosso-faringeo; ma gli esperimenti, che, per essere semplicissimi ciascuno può fare sopra la propria lingua, pongono la cosa a tal grado d'evidenza, che non ammette maggiore.

Nella lingua si dice, il tatto è da attribuirsi soltanto al linguale del quinto. Or bene, il quinto non trovasi alla base della

lingua, dunque la base della lingua sarà senza tatto. Ma chi non sa per esperienza quotidiana, che la base della lingua sente il caldo ed il freddo, sente piacevoli e dolorose sensazioni? Alla base della lingua non si distribuisce che il glosso-faringeo, si tocchi con un dito la base della lingua e ne verrà una impressione di tatto distintissima. Per questa facoltà tattile del glosso-faringeo ci accorgiamo del boccone che dobbiamo deglutire, della bevanda che ingoliamo, e così discorrendo. Dopo ciò si oserà dire, che il glosso-faringeo è privo di tatto? Sarebbe lo stesso che negare che il fuoco riscalda e che il sole mandi luce.

Il linguale del quinto gode del tatto, nessuno gli nega questa proprietà, ma è anche eminentemente gustatorio. La Natura, sì provida e sì saggia nelle sue costruzioni, come poteva fare una lingua, organo che deve rigettare le sostanze incompatibili colla nutrizione e disgustose, senza sensibilità al suo apice? Nel timore di cosa spiacevole, e tenerissimi figli e rozzissimi uomini esplorano coll'apice della lingua. Nella privazione della facoltà gustatoria del nervo che vi forma le papille, cioè del linguale del quinto, dovremmo invece rovesciare la lingua per esplorare colla base. Io credo, che nessuno ciò faccia nemmeno per giuoco; ma per troncare con un esperimento la questione e prendere un luogo della lingua, in cui nessuno vorrà nemmeno per sogno ammettere che possa esservi qualche filo del glosso-faringeo non preparabile, non visibile, sottilissimo, esploriamo la mucosa sotto-linguale. Basta avere l'avvertenza di smuovere un poco la lingua, come è necessario nell'esercizio del gusto e del tatto, per avere una chiarissima sensazione di gusto, quando si tocchi quella mucosa con un poco di laudano, o con un poco di sciroppo. Questo esperimento convincerà anche il più renitente, che la mu-

cosa, investita dal solo quinto, gode del gusto perfetto delicatissimo.

Una sostanza adatta al gusto, masticata e spinta alla base della lingua, aumenta la sensazione gustatoria, ma ciò è in ragione diretta della somma delle papille, che sono numerosissime, filiformi, fungiformi, caliciformi nell'estensione della lingua. Ma l'argomento della parte più o meno impressionabile, non ha forza alcuna quando tiensi alla domanda: quali sono i nervi gustatorii?

Nervo gustatorio è il linguale del quinto nervo tattile, ma motore in pari tempo. Nervo gustatorio è il glosso-faringeo, tattile e motore nel tempo stesso. Ossia la lingua è un organo di tatto che riceve la sua particolare modificazione più dalla periglosside e dalla organizzazione della lingua, che dalla sensibile qualità dei nervi che vi si distribuiscono. Il gusto è un tatto che abbisogna movimenti, fluidi solventi le particelle sapide, ed una sostanza sciolta o solubile. Come nel tatto molteplici nervi, qua e colà dividentisi e vaganti, servono allo stesso fine; così avviene nella lingua, in cui varii fili nervei di rami aventi altre attribuzioni, mandano alla lingua. Anzi, sarebbe mai la corda del timpano diramazione del quinto piuttosto che del facciale? O sarebbe un filo sensorio del settimo? In allora avremmo tutto spiegato, la perdita del gusto, in parte almeno, nella paralisi della faccia risultante da lesione del settimo, come osservarono Gola, Bernard, ecc. In allora si avrebbe forse la spiegazione del gusto rimasto dopo sezione contemporanea dei glosso-faringei e dei linguali del quinto? Osservazione di Longet (1): Cependant je mentionnerai ici quelque cas dans lesquels, après la resection des deux glosso-pharyngiens et des deux

(1) Traité de Phisiologie par L. A. Longet. Paris 1850, pag. 504.

nerfs linguaux, il m'a semblé, que des chiens, conservés vivants pendant quelques jours, appréciaient encore, bien légèrement à la verité l'amertume, ou la saveur désagréable de certaines substances (ces substances étaient toutes dépourvues d'odeur).

Gli esperimenti che ogni uomo sano può fare sulla propria lingua confermano:

1.° Che il nervo glosso-faringeo ha grande parte nell'atto della deglutizione. Toccata la base con una sostanza adatta alla deglutizione, in forza di movimenti riflessi indotti dalla facoltà tattile del glosso-faringeo, succedono i movimenti automatici del secondo tempo della deglutizione; oppure, se l'irritazione è fatta da un corpo non da deglutirsi e che vellichi le fauci, un dito, le barbe d'una piuma, ecc., si producono, per la forza tattile del glosso-faringeo, movimenti riflessi che eccitano nausea e vomito.

2.° Che la base della lingua, e quindi il glosso-faringeo, gode della facoltà gustatoria.

3.° Che il linguale del quinto serve al gusto, che è proprio di parte del dorso, dei lati e dell'apice della lingua.

4.° Che sonvi fuori della lingua punti, ove si distribuisce il quinto che danno sensazione di gusto.

Dalle cose esposte e mostrate dall'anatomia dalle vivi-sezioni e dagli esperimenti fisiologici, è chiaro che i nervi gustatorii sono, come ritenevasi per lo addietro, il linguale del quinto ed il glosso-faringeo.

FINE.

AVVERTENZA

La semplicità degli esperimenti riferiti in questo lavoro è tale, che riesciranno felicemente a chiunque vorrà ripeterli. Se però taluno volesse qualche schiarimento, l'autore si crederà onorato per l'interpellanza, e si farà premura di darvi evasione. Anzi è pronto di mostrarli egli stesso a chi si desse la pena di recarsi alla di lui abitazione.

I pochi nei di stampa, che il Lettore rileverà nel libro, sono tali da non porre difficoltà all'intelligenza di quanto vi si dice, e quindi non meritano un'errata corrige. Richiamo il Lettore soltanto a ritenere le tre cose sotto notate.

Pag. 28.	lin. 8	== unicamente perchè parlando del corpo ciliare dice:	*si legga*:	perchè parlando del corpo ciliare dice unicamente:
» 30	» 5	== la membrana nella cellulo-vascellare-nervea:	»	la membrana cellulo-vascolare-nervea.
» 64	» 22	18 o 28	»	18 o 20

INDICE